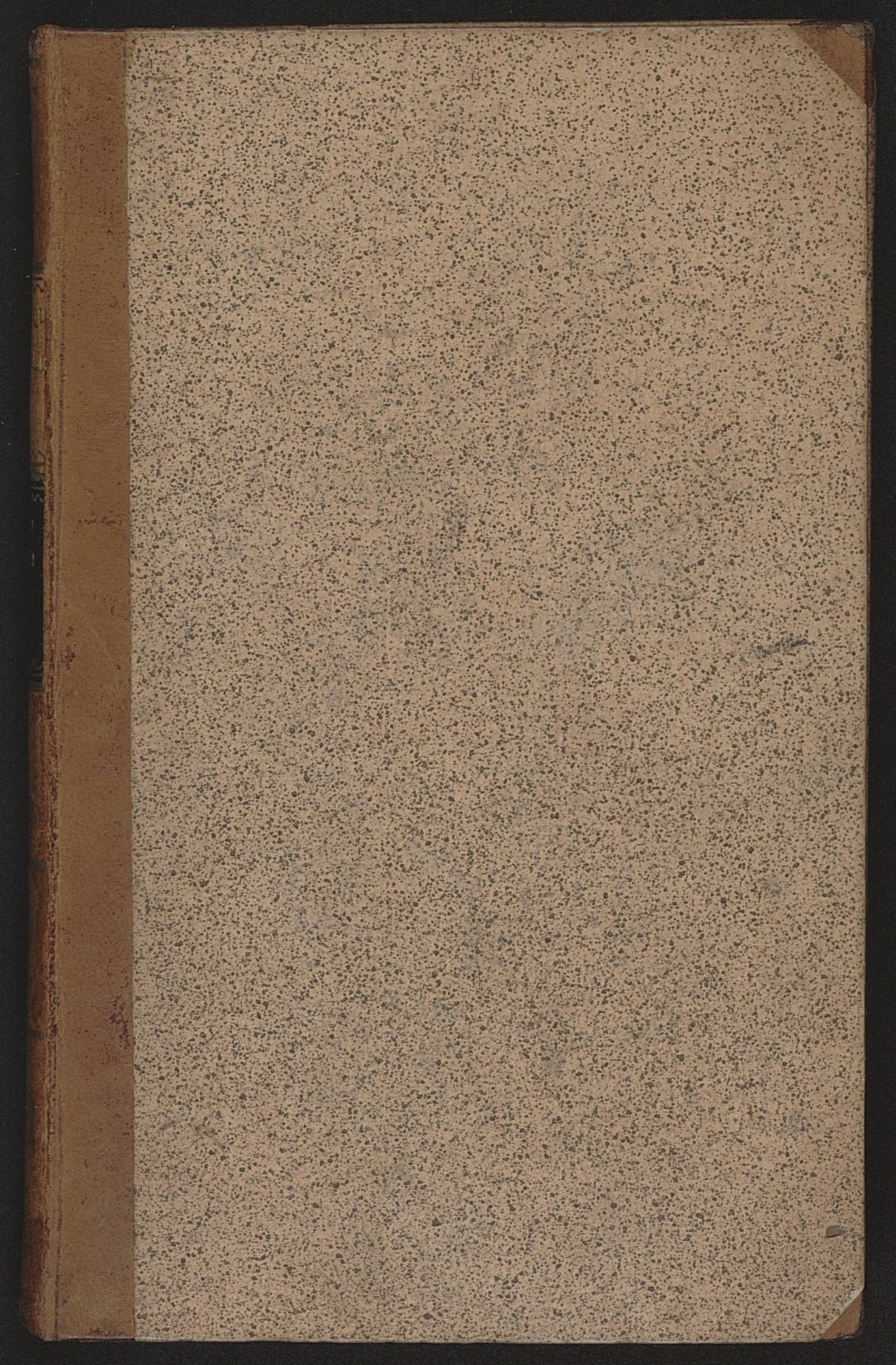
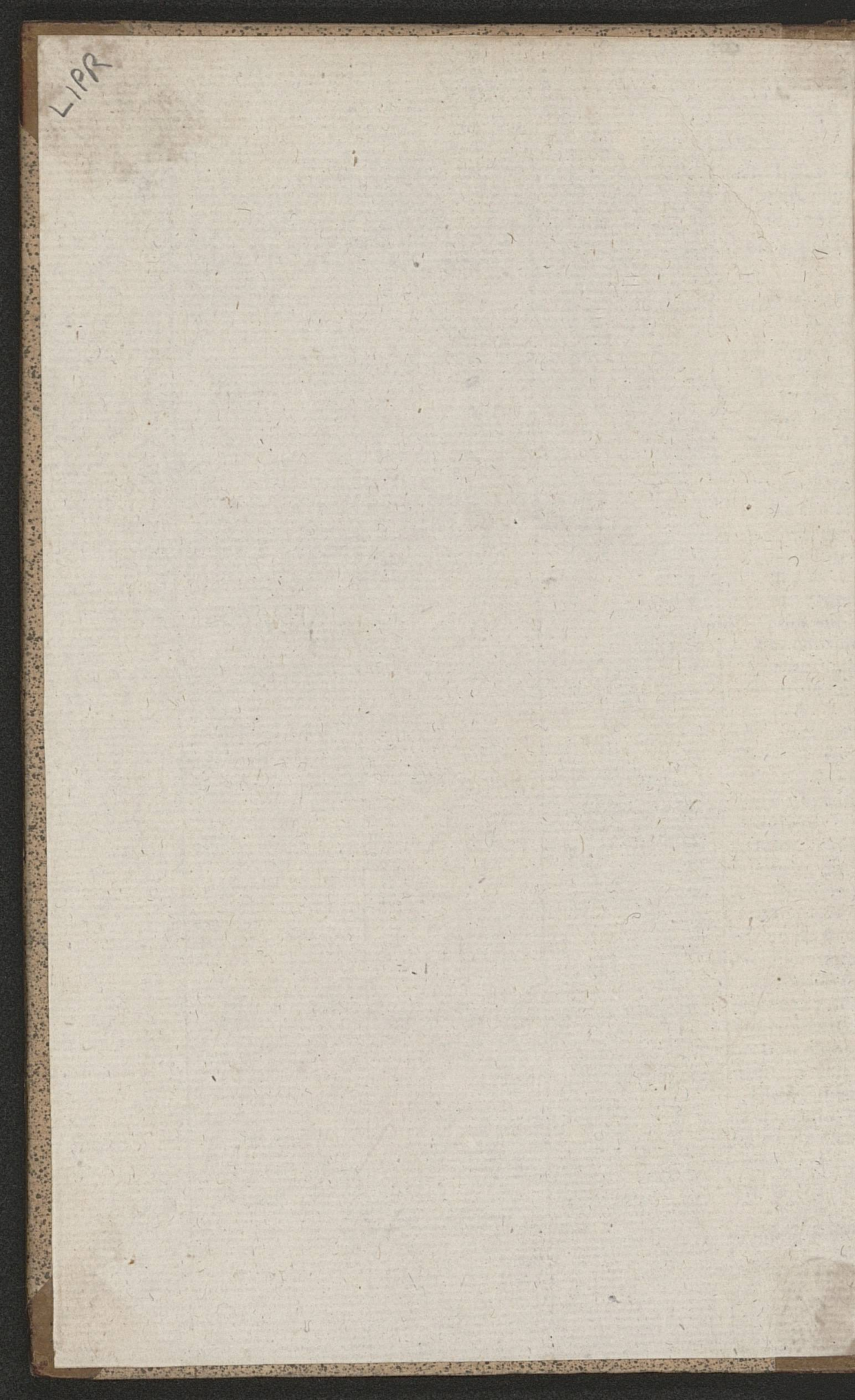



LIPR

BIBLIOTHEQUE UNIVERSELLE

DES

SCIENCES, BELLES-LETTRES, ET ARTS,

FAISANT SUITE

A LA BIBLIOTHEQUE BRITANNIQUE

Rédigée à Genève

PAR LES AUTEURS DE CE DERNIER RECUEIL.

TOME VINGT-DEUXIÈME.

Huitième année.

SCIENCES ET ARTS.

A GENEVE,
De l'Imprimerie de la Bibliothéque Universelle.
ET A PARIS,
Chez Bossange, Père, Libraire de S. A. S. M.gr le Duc d'Orléans, rue de Richelieu, N.° 60.
1823.

PHYSIQUE.

De la lumière. Par Mr. A. Fresnel, Ingénieur des ponts et chaussées. Mémoire inséré dans le volume supplémentaire de la traduction françaıse de la Chimie de Thomson.

(*Extrait*).

La culture des sciences d'observation n'est pas sans rapports avec l'art d'exploiter les mines. Dans l'une et l'autre de ces carrières de recherches on suit, quelquefois un peu au hasard, certaines directions, qui paroissent mieux que d'autres offrir des chances de succès ; et on laisse souvent de côté dans la poursuite de la science, tout comme on néglige dans l'exploitation souterraine, des indices qui promettent peu au premier aspect, mais qui, s'ils étoient suivis, conduiroient à de riches découvertes que la suite des temps et des efforts dévoile à des travailleurs plus patiens ou plus heureux.

C'est ainsi que Huyghens, dans ses méditations sur la lumière, déjà profondes pour son temps, avoit signalé le phénomène de la double réfraction que présentent certains cristaux ; il avoit distingué les deux routes que prend la lumière lorsqu'elle les traverse dans des directions déterminées, il avoit appelé l'une *ordinaire*, l'autre *extraordinaire*, et exposé les conditions et les lois de leur divergence ; mais il s'étoit arrêté là ; et plus d'un siècle et demi s'étoit écoulé sans progrès marquant dans cette branche de l'Optique, lorsqu'un physicien-géomètre, Malus, (enlevé par la mort aux sciences presque dans son printems) reprenant, de nos jours,

la recherche d'Huyghens, découvrit dans les phénomènes de la polarisation de la lumière, affiliés à ceux de la double réfraction, une mine féconde dont l'exploitation par les Arago, les Biot, les Brewster, a fourni, et procure encore tous les jours, de précieuses acquisitions à la science.

De même, Grimaldi avoit découvert et décrit, il y a bien long-temps, les phénomènes de l'*inflexion* qu'éprouve la lumière en passant fort près des corps solides, et ceux de la *diffraction*, qui la sépare alors en franges diversement colorées; Newton lui-même avoit consacré à cette classe de faits l'un des Livres de son optique. Mais, là encore on s'étoit arrêté; et ce n'est que tout récemment qu'un second Malus, sorti, comme le premier, de la savante Ecole polytechnique, Mr. Fresnel, reprenant, variant, et analysant avec une grande sagacité les faits principaux que présente la diffraction, a obtenu un nombre de résultats curieux et nouveaux dont les conséquences ne s'étendent à rien moins qu'à fournir des argumens presque décisifs en faveur de l'un des deux systêmes qui ont long-temps partagé, et qui divisent encore les physiciens, sur la nature et le mode de propagation de la lumière; c'est-à-dire, le systême de l'émission, et celui des ondulations. On a pu voir dans notre cahier précédent que Newton, partisan avoué de l'émission, étoit loin de regarder comme inadmissible le systême des ondulations; un savant physicien Anglais, le Dr. Young, possédant, comme Mr. Fresnel, les connoissances profondes en mathématiques qui seules peuvent guider et assurer les pas du physicien dans ces recherches délicates, les a poussées fort loin de son côté, et elles l'ont conduit à des résultats assez analogues à ceux obtenus par Mr. Fresnel.

Celui-ci vient de nous adresser la communication d'un travail particulier sur ces objets, avec la permission d'en enrichir notre Recueil; mais, pour mettre nos lecteurs mieux

à portée de saisir et d'apprécier le mérite de ce travail, nous croyons utile de le faire précéder d'une exposition abrégée des recherches antérieures du même auteur, sur cet objet, telles qu'on les trouve consignées dans le Supplément à la traduction française du *Système de chimie* de Thomson, par Mr. Riffault; cette exposition, rédigée, ainsi qu'on l'apprend dans une note, par Mr. Fresnel lui-même, nous fournit le texte authentique de l'Extrait qui va suivre. Nous réservons pour les cahiers prochains la communication directe dont on vient de parler.

Voici l'expérience qui a mis sur la voie de toutes les autres. Si l'on fait entrer les rayons du soleil dans une chambre obscure, par une ouverture d'un très-petit diamètre, un trou d'épingle, par exemple, fait dans une feuille mince d'étain, on obtient un cône lumineux, dont on peut recevoir la base sur un carton blanc, disposé verticalement, à neuf à dix pieds en dedans de la chambre. Placez dans ce cône de lumière, perpendiculairement à son axe, et à environ trois pieds du sommet, un fil opaque, (de métal, par exemple) d'une demi ligne environ, de diamètre ; l'ombre de ce fil, portée sur le carton, et agrandie à-peu-près dans le rapport de sa distance triple du sommet du cône, ne présente point une obscurité complète ; la lumière, qui s'est fléchie ou courbée en dedans, en rasant le corps opaque interposé, fait voir dans cette ombre, des bandes légèrement éclairées, séparées par des lignes obscures ; et le centre même de l'ombre est occupé par une bande plus lumineuse qu'aucune des autres.

Le Dr. Young ayant intercepté avec un écran toute la lumière qui rasoit un des côtés du fil opaque interposé, remarqua que les franges ou bandes disparoissoient *totalement* de l'intérieur de l'ombre, quoiqu'il n'eût soustrait ainsi qu'une *moitié* des rayons infléchis. Il en conclut que le concours et

l'action mutuelle des deux faisceaux infléchis, et qui se croisoient plus ou moins dans leur route jusqu'à l'écran, étoient essentiels à la formation des bandes alternativement lumineuses et obscures dans l'ombre totale ; puisque chacun à part ne produisant qu'une teinte uniforme, il ne devroit résulter de leur simple réunion qu'un peu plus de lumière, et non des franges, dans le champ où l'inflexion les amenoit ensemble.

Le même physicien démontre encore l'influence mutuelle des rayons lumineux qui se croisent en faisant à-peu-près même route, en introduisant la lumière par deux petits trous fort voisins l'un de l'autre; on voyoit alors dans l'ombre que porte sur le carton blanc la partie opaque intermédiaire, des lignes alternativement obscures, et brillantes, qui disparoissoient dès qu'on fermoit l'une des deux ouvertures, et qui par conséquent ne pouvoient être attribuées qu'à l'action mutuelle des deux faisceaux.

Les franges sont plus nettes lorsqu'on substitue aux deux trous d'épingles supposés tout-à-l'heure, deux ouvertures longitudinales parallèles, et distantes d'un ou deux millimètres. Dans ce cas, on fait également disparoître les franges dans l'intérieur du champ de l'ombre en fermant l'une de ces deux petites fenêtres.

Ces faits, très-faciles à vérifier, conduisent naturellement à supposer que les deux faisceaux agissent l'un sur l'autre par ondulations qui, se neutralisant réciproquement quand elles se rencontrent, produisent alors les bandes obscures.

Une disposition de l'appareil encore plus appropriée à l'examen détaillé de ces phénomènes fut suggérée à l'auteur par son savant ami Mr. Arago. Elle consiste à substituer au trou d'épingle une lentille de verre d'un très-court foyer. Alors, l'image du soleil formée à ce foyer devient le sommet d'un cône de lumière beaucoup plus divergent et plus étendu

que le précédent, et dans lequel les franges sont plus larges et plus nettement prononcées.

Pour l'observation de ces franges, l'auteur emploie le procédé le plus simple et le plus direct possible ; il place son œil, armé d'une loupe, dans l'axe du cône lumineux, à une distance de son sommet telle, que la lentille qui le forme paroisse totalement illuminée ; on cherche alors, dans cette position relative de l'œil et de la loupe, l'ombre du corps opaque interposé, dans laquelle on voit bien plus nettement les franges par cette vision directe qu'en faisant réfléchir leur image sur un carton blanc, ainsi que Grimaldi et Young l'ont toujours pratiqué.

On peut mesurer exactement leur largeur, c'est-à-dire, les distances entre les milieux des bandes obscures, ou brillantes, avec un micromètre composé d'un fil très-fin, mobile, à vis, au foyer de la loupe d'observation ; cet appareil peut diviser le millimètre en cent parties.

Une seconde disposition particulière contribue éminemment à montrer l'immersion de la lumière dans les ombres, et l'influence mutuelle des rayons lumineux dans ce champ d'observation ; la voici, dans les termes de l'auteur. On prend deux lames de verre noircies par derrière et faisant fonction de miroirs ; ou, encore mieux, deux petits miroirs métalliques. « Après les avoir placés l'un à côté de l'autre, de sorte que leurs bords se touchent parfaitement, on les fait tourner jusqu'à-ce qu'ils se trouvent presque dans le même plan et forment néanmoins entr'eux un angle légèrement rentrant, de manière à présenter à la fois deux images du point lumineux. On peut juger de cet angle d'après l'intervalle qui sépare les images ; il faut que cet intervalle soit petit pour que les franges aient une largeur suffisante. Mais, une chose à laquelle on doit apporter le plus grand soin, c'est que les miroirs ne saillent pas l'un sur l'autre dans la ligne

de contact ; car une saillie d'un ou deux centièmes de millimètre suffiroit souvent pour empêcher l'apparition des franges. On parvient à remplir cette condition par le tâtonnement, en pressant peu-à-peu celui des deux miroirs qu'on croit le plus saillant, contre la cire molle au moyen de laquelle on les a fixés sur un appui commun ; et l'on juge au tact, et mieux encore en cherchant les franges à l'aide de la loupe, si la condition est remplie. ».. « On ne doit employer, dans cette expérience, comme dans celles de diffraction, que la lumière d'un seul point lumineux ; et pour que les franges soient bien nettes, il faut qu'il soit d'autant plus fin, ou plus éloigné, qu'elles sont plus étroites. Peu importe d'ailleurs sous quelle inclinaison le système des miroirs accouplés se présente aux rayons incidens. Pour découvrir les franges, il faut s'éloigner un peu des miroirs, et recevoir directement les rayons qu'ils réfléchissent sur une loupe d'un court foyer, derrière laquelle on tient son œil placé, de manière que toute sa surface paroisse illuminée. Alors, on cherche les franges dans l'espace où se réunissent les rayons réfléchis par les deux miroirs, qu'il est facile de distinguer du reste du champ lumineux à la supériorité de son éclat. »

» Ces franges présentent une série de bandes brillantes et obscures, parallèles entr'elles, et à égales distances les unes des autres. Dans la lumière blanche, elles sont parées des plus vives couleurs (1).... « Dans une lumière plus homogène, telle que celle qu'on peut obtenir au moyen d'un prisme, ou de verres colorés en rouge, on aperçoit un bien plus grand nombre de franges, qui ne présentent plus alors qu'une suite de bandes obscures et brillantes, de même couleur.»

(1) Pour bien distinguer ces couleurs il faut avoir soin de rendre les franges suffisamment larges en rapprochant beaucoup l'une de l'autre les deux images du point lumineux. (A)

C'est en le ramenant à ce degré de simplicité que l'auteur étudie d'abord le phénomène.

La bande centrale est brillante, comme dans les franges qui divisent l'ombre d'un corps étroit, ou celles qu'on obtient au moyen d'un écran percé de deux fentes parallèles très-fines et suffisamment rapprochées. Cette bande brillante est placée entre deux bandes obscures, du noir le plus foncé (si l'on emploie la lumière homogène) chacune d'elles est suivie d'une bande brillante, à laquelle succède de nouveau une bande obscure; et ainsi de suite. Les bandes obscures sont encore d'un noir très-foncé dans les franges du second et du troisième ordre.

Si on *supprime* l'un des deux miroirs, le champ des bandes est bien *plus éclairé*, ou *moins noir*, que lorsque les deux miroirs semblent devoir concourir à y porter la lumière: ainsi, dans ce cas, *de la lumière ajoutée à de la lumière produit de l'obscurité.* » Ce fait capital, (dit l'auteur), qui n'a pas échappé à Grimaldi, et que cependant Newton paroît avoir ignoré, avoit été suffisamment démontré dans ces derniers temps par les expériences du Dr. Young; mais, celle que je viens de décrire le met peut-être mieux en évidence, parce que les bandes obscures qu'elle présente sont en général plus noires que celle des phénomènes de diffraction proprement dite, et qu'elle éloigne toute idée d'un action *diffractive* qui dilateroit les faisceaux lumineux dans certains points, pour les condenser sur d'autres; puisque le phénomène est ici produit par des rayons régulièrement réfléchis.

On ne peut guères expliquer ces faits, qui semblent tenir du paradoxe, qu'en les attribuant à l'action mutuelle des rayons qui se rencontrent; car, si l'on intercepte par un écran l'un des deux faisceaux, les bandes noires que sa présence produisoit disparoissent à l'instant, et l'on n'apperçoit plus

que les franges pâles et inégalement espacées qui bordent l'ombre de l'écran, et qui sont dues à la diffraction pure. L'auteur considère cette influence mutuelle des rayons lumineux par laquelle ils se détruisent réciproquement dans certaines circonstances, comme l'un des principes de physique les mieux démontrés.

Entrant ensuite, à l'aide du calcul, dans la recherche de la loi que suivent ces influences, il trouve qu'elles sont périodiques; que la largeur des franges est inverse de l'intervalle qui sépare les deux images du point lumineux, et en raison directe de leur distance au micromètre d'observation. Il découvre par expérience (dont il donne tous les détails), que les franges extérieures, qui bordent les ombres, suivent dans leur marche de propagation, des lignes courbes, dont la convexité est tournée en dehors; résultat très-difficile à concilier avec le système de l'émission.

Il étoit important pour la théorie, d'étudier l'influence que pourroit avoir sur les phénomènes de la diffraction, et sur ceux de l'influence mutuelle, ou des *interférences* (1) des faisceaux de la lumière, la forme, et la nature particulière des bords que rasent les rayons lumineux en passant par les ouvertures étroites; l'auteur a montré par des expériences ingénieuses que, ni la nature, ni la masse des corps, ni l'épaisseur de leurs bords, n'ont aucune influence sensible sur les rayons lumineux qui passent dans leur voisinage; autre fait remarquable qui ne sauroit, dit-il, se concilier avec le système de l'émission, et que la théorie des ondulations explique, et même qu'elle soumet au calcul, ainsi qu'il l'a prouvé dans l'extrait d'un Mémoire sur

---

(1) Ce nom a été donné au phénomène par le Dr. Young, qui en fait nombre d'applications ingénieuses et l'a introduit le premier dans l'Optique. (A)

la diffraction publié dans le vol XI des Annales de Chimie et de Physique.

Dans le but de donner une idée nette du principe des interférences, et de leurs effets, l'auteur introduit, avec justesse, la comparaison tirée des groupes d'ondes qui se croisent, lorsqu'on a jeté des pierres en même temps dans une eau calme. Il y a des points de rencontre, où l'eau reste immobile quand les deux systêmes d'ondes sont à-peu-près de même force, tandis qu'il y en a d'autres où les ondes se renflent par leur réunion. Il y a des points d'accord parfait, d'autres d'opposition complète dans les mouvemens du liquide. qui présentent, les uns l'absence totale du mouvement, les autres, au contraire, le maximum d'oscillation du liquide. Ce n'est sans doute là qu'une comparaison, et il y a loin de ces vagues oscillantes d'un liquide, aux ondulations du plus élastique des fluides qu'on puisse concevoir ; mais il suffit qu'il y aît oscillation, c'est-à-dire, mouvement alternatif des molécules dans deux sens opposés, pour que l'effet d'une série d'ondes puisse être détruit par celui d'une autre série, de même intensité, et qui lui soit isochrone. Si le fluide élastique a dans tous les sens la même densité et la même élasticité, l'ébranlement produit en un point doit se propager de tous les côtés avec la même vîtesse ; et dans ce cas, tous les points ébranlés au même instant doivent se trouver sur une surface sphérique, qui a pour centre, le point où l'ébranlement a lieu ; ainsi, ces ondes élastiques sont sphériques, tandis que celles qu'on observe à la surface d'un liquide sont seulement circulaires. Dans la propagation sphérique on nomme *rayons*, les droites menées du centre d'ébranlement aux divers points de la surface de la sphère ; et ce sont les directions suivant lesquelles le mouvement se propage.

Quant au mode de création au centre, et de propagation

rayonnante de ces vibrations dans une sphère élastique, l'auteur entre dans des considérations qu'il faudroit transcrire dans leur totalité pour les rendre intelligibles ; il arrive à des conséquences dont on prendra une idée dans le paragraphe suivant.

» Il est naturel de supposer, dit-il, à cause de la prodigieuse rapidité des vibrations lumineuses, que les particules éclairantes, peuvent exécuter un très-grand nombre d'oscillations régulières, dans chacune des circonstances mécaniques où elles se trouvent pendant la combustion, ou l'incandescence du corps lumineux, quoique ces circonstances variables se succèdent, sans doute, avec une promptitude extrême ; car, la *millionième partie d'une seconde* suffit à la production de *cinq cent soixante quatre mille ondulations* de lumière jaune par exemple ; ainsi, les perturbations mécaniques qui dérangent la succession régulière des vibrations des particules éclairantes, ou même en changent la nature, se répéteroient à chaque millionième de seconde, qu'il pourroit encore s'exécuter dans les intervalles, plus de cinq cent mille ondulations régulières et consécutives. »

Poursuivant avec beaucoup de finesse les conséquences du *synchronisme*, ou de *l'antichronisme* (1) des ondulations lumineuses dans leurs systêmes propres, l'auteur montre qu'il en doit résulter alternativement l'obscurité complète, et la lumière au maximum, selon que la différence de marche, sera un nombre impair, ou un nombre pair de demi-ondulations. Et quant à l'étendue absolue de ces ondulations, il établit que « toutes celles comprises entre les longueurs extrêmes 0,000 ^{mm} 423, et 0,000 ^{mm} 620 (c'est-à-dire 423 et 620 *millionièmes* de *millimètre*) sont visibles, c'est-à-dire,

---

(1) Ces deux dénominations n'appartiennent point à l'auteur, nous les hasardons pour abréger. (R)

capables de faire vibrer le nerf optique ; les autres ne deviennent sensibles que par leur chaleur, ou les effets chimiques qu'elles déterminent. »

Par les développemens très-subtils que l'auteur donne ensuite du système des interférences, il répond à une objection assez naturelle qui se présente ; comment se fait-il, se demande-t-on, que les rayons lumineux, s'ils ont une influence aussi décidée les uns sur les autres, ne la montrent que rarement, et dans des circonstances toutes particulières, qu'il faut créer pour ainsi dire, pour qu'elles aient lieu ? « C'est (dit-il), que, pour rendre cette influence sensible, il est nécessaire ; 1.° que les rayons qui interfèrent soient partis d'une source commune ; 2.° qu'ils ne diffèrent dans leur marche que d'un nombre d'ondulations assez limité, même lorsqu'on emploie la lumière la plus simplifiée ; 3.° qu'ils ne se croisent pas sous un trop grand angle, parce que les franges deviendroient si étroites qu'elles échapperoient à la plus forte loupe ; 4.° que, tant que les rayons ne sont pas parallèles, et forment entr'eux un angle sensible, l'objet éclairant aît de très-petites dimensions, et qu'il soit d'autant plus fin que cet angle est plus considérable.

Forcés par la nature, et les limites de notre travail, de condenser en un petit nombre de pages la substance d'un demi-volume de faits et d'idées, nous éprouvons au plus haut degré l'embarras du choix, et la difficulté d'être à la fois laconiques et intelligibles. Nous y renonçons dans ce qui concerne l'application rigoureuse du système des ondulations à la théorie d'Huyghens sur la réfraction ; nous dirons seulement, en passant, que, lorsque le petit écran derrière lequel la lumière s'infléchit est circulaire, le calcul conduit à ce résultat singulier (que l'expérience vérifie) savoir, que le centre de l'ombre qu'il projette, est aussi éclairé que si l'écran n'existoit pas.

L'auteur termine son Extrait du Mémoire sur la diffraction par une description détaillée d'une expérience importante de Mr. Arago, qui fournit le moyen de mesurer les différences les plus légères de la force réfringente des corps, avec une précision presque indéfinie. Nous dirons, encore en passant, qu'il en résulte, en fait, que la lumière se propage *plus vîte* dans l'air que dans les transparens plus denses que lui; conséquence directement opposée à l'explication que donne Newton de la réfraction en supposant les molécules lumineuses plus fortement attirées par les corps denses.

Le principe des interférences explique aussi d'une manière simple les anneaux colorés, que présentent deux verres pressés l'un contre l'autre lorsqu'une des surfaces en contact est légèrement convexe, « ces anneaux, dit l'auteur, résultent évidemment de l'influence mutuelle des deux systêmes d'ondes réfléchis à la première et à la seconde surface de la lame d'air comprise entre ces deux verres; le calcul, appliqué aux dimensions des anneaux, montre que le quart d'une ondulation lumineuse est précisément la longueur de ce que Newton a appellé les *accès* de facile transmission, ou réflexion. Il s'établit ainsi, entre les anneaux colorés et la diffraction de la lumière, une identité numérique, et une rélation intime qui avoit échappé aux physiciens attachés au systême de l'émission, rapports qui ne pouvoient être indiqués que par la théorie des ondulations. »

L'auteur applique, avec le même succès, cette théorie aux phénomènes principaux de la réflexion et de la réfraction ordinaires, et non-seulement elle explique ces phénomènes; mais aussi, certains faits particuliers, qui paroissent étrangers au cours commun des expériences; si, par exemple, après avoir enlevé le poli de la surface d'un miroir avec de l'émeri fin, on y regarde, par réflexion assez oblique, l'image d'un objet blanc, elle paroît d'un rouge orangé,

semblable à la couleur du soleil couchant : à mesure que l'obliquité d'incidence augmente, l'image devient plus blanche et plus brillante ; et lorsqu'elle approche du parallélisme, la réflexion est presque aussi régulière et aussi complète, que si le miroir étoit parfaitement poli.

Arrivant aux phénomènes plus subtils et plus compliqués, de la *double réflexion*, et de la *polarisation* de la lumière, l'auteur en fait précéder l'analyse, (rapportée à sa théorie) d'une exposition très-claire des faits et de la nomenclature particulière qui en est dérivée, et qui est assez nouvelle pour que bien des lecteurs ne soient pas encore accoutumés à lier promptement l'idée nette du fait, avec le mot qui le représente. Cette exposition détaillée est un service qui a son prix, et qu'on a rarement lieu d'espérer des savans qui planent de haut sur la science. Dans cette revue abrégée des faits, il a soin d'attribuer à chacun des physiciens qui se sont distingués par des découvertes spéciales, sa part de mérite et d'éloge. Nous éprouvons ici un regret plus sensible qu'ailleurs, que l'espace ne nous permette pas de transcrire un morceau de plusieurs pages qui, par son caractère didactiqué, seroit approprié plus que tout autre au but d'utilité que nous avons constamment en vue dans ce Recueil.

A mesure que l'auteur expose les nombreux phénomènes qui concernent la double réfraction, la polarisation, les colorations des lames minces, etc.; il cherche à les expliquer dans l'un et l'autre des deux systêmes, de l'émission, et des ondulations; et presque toujours, ce dernier semble l'emporter en vraisemblance. Voici les expressions par lesquelles il termine son beau et profond travail.

« J'ai cru devoir me borner à exposer les propriétés les plus générales de la lumière, et les faits élémentaires, si je puis m'exprimer ainsi, c'est-à-dire, ceux qui reviennent le plus fréquemment, et dont les autres ne sont, en quelque

sorte, que des combinaisons plus ou moins complexes. J'ai montré comment la théorie des ondulations pouvoit les expliquer et fournir les moyens d'en représenter les lois par des expressions analytiques. Pour calculer les phénomènes si variés de la diffraction, celui des anneaux colorés produits par une mince lame d'air ou d'eau, ou de tout autre milieu refringent; la réfraction même, dans laquelle le rapport du sinus d'incidence au sinus des rayons réfractés est précisément celui des longueurs d'ondulation dans les deux milieux; les couleurs et les singuliers modes de polarisation que présentent les lames cristallisées. Pour calculer tous ces résultats, il suffit de connoître les diverses longueurs d'ondulation de la lumière dans les milieux qu'elle traverse; c'est la seule quantité qu'on soit obligé d'emprunter à l'expérience, et elle est la base de toutes les formules. »

« Si l'on fait attention à ces rélations intimes et multipliées que la théorie des ondulations etablit entre les phénomènes les plus différens, on doit être frappé à la fois de sa simplicité et de sa fécondité; et convenir que, lors même qu'elle n'auroit pas, sur le système de l'émission, l'avantage d'expliquer plusieurs faits absolument inconcevables dans celui-ci, elle mériteroit déjà la préférence par les moyens qu'elle donne de lier entr'eux tous les phénomènes de l'optique, en les embrassant dans des formules générales. »

« Sans doute, il reste encore beaucoup de points obscurs à éclaircir, surtout ceux qui tiennent à l'absorption de la lumière, tels que la réflexion sur les surfaces métalliques et les corps noirs, le passage de la lumière à travers les milieux imparfaitement transparens; et les couleurs propres des corps. Il est probable que dans ces différens cas une partie de la lumière est dénaturée, et changée en vibrations calorifiques, qui ne sont plus sensibles pour nos yeux, parce qu'elles ne peuvent plus en pénétrer la substance, ou faire vibrer le

nerf optique à leur unisson, en raison des modifications qu'elles ont éprouvées. Mais, la quantité totale de force vive doit rester la même, à moins que l'action de la lumière n'ait produit un effet chimique, ou calorifique, assez puissant pour changer l'état d'équilibre des particules du corps, et avec lui, l'intensité des forces auxquelles elles sont soumises; car on conçoit que si ces forces s'affoiblissoient tout-à-coup, il en résulteroit une diminution subite dans l'énergie des oscillations des particules du corps échauffé, et par conséquent une absorption de chaleur, pour me servir de l'expression usitée. C'est peut-être ainsi que les choses se passent quand un solide se liquéfie ou quand un solide se vaporise. »

« Si la lumière n'est qu'un certain mode de vibrations d'un fluide universel, comme les phénomènes de la diffraction le démontrent, on ne doit plus supposer que son action chimique sur les corps consiste dans une combinaison de ses molécules avec les leurs, mais dans une action mécanique que les vibrations de ce fluide exercent sur les particules pondérables, et qui les oblige à de nouveaux arrangemens, à de nouveaux systêmes d'équilibre plus stables pour l'espèce, ou l'énergie, des vibrations auxquelles elles sont exposées. On voit combien l'hypothèse que l'on adopte sur la nature de la lumière et de la chaleur, peut changer la manière de concevoir leurs actions chimiques, et combien il importe de ne pas se méprendre sur la véritable théorie, pour arriver enfin à la découverte des principes de la mécanique moléculaire, dont la connoissance jetteroit un si grand jour sur toute la chimie. Si quelque chose doit contribuer puissamment à cette grande découverte, et révéler les secrets de la constitution intérieure des corps, c'est l'étude approfondie des phénomènes de la lumière. »

Notice sur quelques expériences électriques faites avec le gateau d'un électrophore, et des poudres mélangées. Par Mr. Eynard, D. M. à Lyon, communiquée au Prof. Pictet.

On a fait depuis long-temps, et on répète tous les jours dans les Cours de physique plusieurs expériences avec les poudres de fleurs de soufre et de minium, mêlées ensemble dans des proportions convenables et renfermées dans un soufflet de la forme de ceux employés autrefois pour la coëffure des dames. Il résulte de toutes ces expériences que si l'on projète ces poudres sur la surface d'un gâteau d'électrophore, les effets sont différens suivant l'état d'électricité qu'aura reçu le gâteau. Si cet état est positif ou vitré, soit qu'on ait promené sur cette surface le crochet ou la boule d'une bouteille de Leyde, soit qu'on l'ait électrisée directement au conducteur d'une machine, les traits ou les points de contact seront couverts de poudre jaune, affectant la forme d'aigrettes ou rayons divergens; et la poudre rouge, indiquant le minium, se placera à une certaine distance, en faisant pour ainsi dire la contre-partie des angles saillans et rentrans de la première; ce qui produit un effet assez curieux. Si au contraire, on fait l'expérience avec le côté négatif, ou résineux d'une bouteille de Leyde, ou avec une machine négative, les parties électrisées du gâteau, présenteront deux rangées de points rouges, assez réguliers, séparées d'ordinaire par un trait également rouge, qui indiquent la présence du minium, et la poudre de soufre sortie dans le même temps, se dispose tout au tour à distance. On peut varier ces expériences de bien des manières.

On en a conclu que la poudre jaune, indiquoit l'état positif, et la rouge le négatif; mais pour rendre l'explication complète, il faut admettre en même temps (ainsi que l'a suggéré Cavallo, dans son *Traité de l'Electricité*, pag. 318 et suiv.), que les poudres sortant du soufflet et traversant l'air s'électrisent d'une manière différente; savoir, la poudre jaune négativement, et la rouge positivement; sans cela il n'y auroit pas de raison pour qu'elles se séparassent ainsi qu'elles le font; et elles devroient être également attirées dans les deux cas.

Voici quelques autres expériences moins connues, qui me sont particulières; que j'ai souvent répétées en présence de beaucoup d'amateurs, et qui sont consignées depuis bien des années, dans un Mémoire lu à l'Académie de Lyon; mais qui, je le crois, n'ont pas été publiées.

Si, sur un gâteau d'électrophore non-électrisé, on trace avec différens corps, également non-électrisés, des traits, des lettres, des mots, ou une suite de mots, et qu'on fasse jouer le soufflet; tout ce qui a été tracé apparoîtra en traits jaunes ou rouges plus ou moins déliés, mais sans aigrettes ni points, suivant la nature du corps dont on se sera servi. On aura le jaune si l'on s'est servi d'un métal, tel que le platine, l'or, l'argent, l'étain, etc.; et le rouge, au contraire, si l'on emploie des substances animales, telle que les os, l'ivoire, la corne, les ongles, etc., la forme la plus commode à donner à ses diverses matières, est celle d'une tige ronde de deux à trois lignes de diamètre, terminée en pointe mousse; mais l'instrument le plus simple et le plus commode, dont je me sers presque toujours, est un porte-crayon en ivoire, garni de son bouchon à vis, de même matière, qu'on peut remplacer par un autre des différentes substances qu'on veut essayer; l'un des bouts arrondis est percé d'un trou, dans lequel on fait entrer une tige de métal affleurant l'ivoire, au moyen de quoi, suivant que l'on tient l'instrument, ou per-

pendiculaire ou oblique, on frotte, ou avec le métal, ou avec l'ivoire, et on obtient les deux couleurs à volonté; on peut ainsi, sans changement apparent, tracer deux lignes, deux mots en deux couleurs différentes, couper un mot en deux, et même alterner les lettres. Ce qui permet de varier les expériences. J'ai souvent écrit de suite deux vers alexandrins qui paroissoient très-lisiblement, quelque déliés que fussent les traits et quoique rapidement tracés; souvent ces traits paroissent confondus avec la poudre environnante; il suffit de souffler dessus, cette dernière disparaît, il ne reste que celle de l'écriture, parce qu'elle est véritablement adhérente à la surface de la résine.

L'explication de ces phénomènes est toute naturelle.

La surface du gâteau frottée avec un métal, s'électrise positivement;

La surface du gâteau, frottée avec la corne, l'ivoire, etc., s'électrise négativement;

D'un autre côté: les poudres de fleurs de soufre et de minium, en traversant l'air s'électrisent, savoir: le minium positivement, et le soufre négativement;

Ainsi, d'après le principe que les électricités de même nature se repoussent, et que les opposées s'attirent; le soufre (négatif) est attiré par la surface frottée avec le métal; et le minium (positif), l'est par la surface frottée avec l'ivoire.

Observations.

Pour que ces expériences réussissent bien, il faut plusieurs conditions, que voici:

1.° Les gâteaux faits avec les résines communes, ne sont pas bons; il faut qu'ils soient de gomme laque pure, mêlée avec la thérébentine dans la même proportion que pour la cire d'Espagne, sans aucune addition de matière colorante, qui

ne feroit que diminuer sa susceptibilité électrique. On pourroit, tout au plus, y ajouter un peu de noir d'os ou d'ivoire, pour brunir la couleur, afin qu'elle tranche mieux avec celle des poudres.

La surface des gâteaux, après leur refroidissement, est souvent inégale ; il faut en enlever la croûte, en l'usant d'abord avec une pierre ponce dressée, et de l'eau ; et finissant avec un morceau de charbon de bois blanc et de l'huile d'olives ; on obtient ainsi une surface lisse et polie favorable aux expériences.

Après un certain temps l'impression de l'air, le contact de la poussière, des poudres, le frottement répété à chaque opération pour les enlever, altèrent ou salissent la surface résineuse au point, qu'on n'obtient, que peu ou point d'effet, et que les traits sont confus. Quand on s'en aperçoit il faut renouveler la surface en employant, ainsi qu'il a été dit, la ponce et le charbon.

On a ainsi un gâteau d'une grande susceptibilité ; elle est telle qu'on ne peut ni le toucher ni le frotter, ni l'essuyer sans l'électriser ; et que pour peu qu'il le soit en quelques parties les traits sont brouillés, ou confondus. Aussi, toutes les fois qu'on a touché ou essuyé le gâteau, il faut, avant de faire ses traits, souffler avec la bouche contre le gâteau de manière à couvrir toute sa surface de vapeurs qui, en disparoissant, enlèvent l'électricité : il suffit de répéter ce procédé une ou deux fois.

2.° Les proportions les plus convenables pour le mélange des poudres sont trois parties de minium ; il faut qu'elles aient été bien mêlées et tamisées avant de les mettre dans le soufflet. Cet instrument doit être souple, avoir les mouvemens faciles, et il ne faut le faire jouer qu'à petits coups, pour ne pas injecter trop de poudre à la fois.

Ces précautions, qui paroissent minutieuses, sont essentielles au succès des expériences.

J'ai reconnu qu'elles réussissoient mieux dans les temps secs que dans les temps humides, ce qui est commun à toutes les expériences électriques un peu délicates.

MÉTÉOROLOGIE.

Nachricht von einem, etc. Notice sur une chute de gresil et de neige fortement électriques, qui a eu lieu le 25 janvier 1822 aux environs de Freyberg, par le Prof. Lampadius (*Annales de Gilbert*, 1822. C. II.)

(*Traduction*).

Le 25 janvier, le baromètre étoit descendu rapidement jusqu'à 26 p. 2,1 lig. Le thermomètre étoit de quelques degrés au-dessus de la congélation; le vent souffloit fort du S.O. et de l'ouest, et il tomboit de temps en temps de petites averses. Soudain le soir, à 9 h. 50', un orage violent s'éleva par un vent de N.O. Les premières gouttes qui tombèrent étoient de la pluie; les suivantes, du gresil; et enfin on vit succéder une neige épaisse. Dans ce moment le baromètre remonta de 1,3 ligne, et le thermomètre descendit à —0,7. En ouvrant ma fenêtre, je sentis une très-forte odeur électrique, et j'annonçai aux personnes qui étoient auprès de moi, que nous verrions peut-être des éclairs. Ce phénomène n'eut cependant pas lieu; mais lorsque j'exposai mon électromètre de Bennet hors de la fenêtre, les feuilles d'or divergèrent si fortement que l'une d'elles se déchira et demeura collée à la garniture d'étain.

Quelques jours après, les observations suivantes, faites par

des personnes très-dignes de foi, me furent communiquées. Mr. de Thielaw, de Brunswick, jeune homme très-instruit et qui étudie dans notre Université, revenant des hauts fourneaux de Halsbruck près de Freyberg, observa une forte phosphorescence à l'extrémité des branches de tous les arbres qui se trouvoient sur sa route. Lorsqu'il touchoit un de ces arbres, la phosphorescence continuoit; elle cessoit à la vérité lorsqu'il abaissoit les bouts des branches jusqu'à terre, mais elle se rétablissoit de suite lorsqu'il les abandonnoit à elles-mêmes. La lumière étoit d'un blanc bleuâtre, et très-claire. De l'autre côté de notre ville, trois mineurs qui faisoient route me dirent avoir remarqué que le gresil qui tomboit au commencement de l'orage étoit lumineux en tombant; ils n'en purent voir davantage, parce que le vent, qui leur souffloit violemment au visage les empêchoit d'ouvrir les yeux.

Ce qu'il y a de remarquable dans ce phénomène météorologique est le développement si considérable d'électricité fort près de la terre, sans qu'il y eût, au moins dans nos environs, aucune étincelle explosive, ou fulminante. La grande proximité des nuages relativement au sol en seroit-elle la cause? ou bien faudroit-il l'attribuer à l'humidité extrême de l'air qui entouroit les nuages? ou enfin, la glace tombante ne seroit-elle devenue électrique que par son frottement dans l'air (1)? Il seroit intéressant d'apprendre par la voie de ce Journal, si des orages du même genre ont eu lieu

---

(1) Ne seroit-ce point aussi la neige, qui auroit apporté à la terre l'électricité négative propre à tous les conducteurs qui communiquent de l'air à la terre, ainsi que l'a prouvé Mr. Erman par une grande suite d'expériences? on doit regretter que Mr. Lampadius n'ait pas examiné si l'électricité négative étoit en jeu, dans le phénomène dont il a rendu compte. (*Note de l'Edit. des Annales.*)

à la même époque dans d'autres endroits. On ignore encore toute l'étendue du rôle que l'électricité joue dans notre atmosphère. Je suis convaincu, par exemple, que beaucoup d'ouragans sont produits seulement par de grandes ruptures d'équilibre électrique. L'électricité de l'air seroit-elle sans rapport avec l'axe magnétique de notre globe?

M. A. LAMPADIUS.

BEMERKUNGEN ÜBER DIESES ELECTRISCHE, etc. Remarques sur la neige électrique observée par Mr. LAMPADIUS.— Notice de quelques phénomènes analogues plus récens.— Considérations sur le caractère particulier de l'hiver dernier. Par Mr. GILBERT, Editeur des *Annales de Physique*, etc. (*Ann. de Phys.* 1822. Cah. II.)

(*Extrait*).

L'AUTEUR cite d'abord quelques cas de phosphorescence électrique analogues à celui qui précède, et qui ont de même eu lieu pendant des pluies ou des neiges accompagnées d'orages; ils pourront contribuer à expliquer ce phénomène surprenant, quoiqu'il ne soit pas très-rare de voir paroître le feu St. Elme (des bateliers italiens) fort près de la terre, sur les pointes émoussées qui font quelque saillie.

1.° Mr. Gilbert commence par donner la traduction d'une lettre du Dr. Allaman au Prof. Pictet, tirée de la *Bibl. Univ.* où il est question d'une pluie à verse, qui rendit lumineux le bord d'un chapeau et celui d'un parapluie. Mr. Allaman a trouvé extraordinaire que ce fût le ruban du bord du chapeau

et non celui qui entouroit le fond, qui devint lumineux; mais Mr. G. l'explique en rappelant que le feu St. Elme; et en général l'électricité qui descend de l'air, ne se montrent que sur des saillies.

2.° Deux cas analogues se sont présentés en 1817. Le premier est tiré d'un Rapport fait à la Société Wernérienne à Edimburg; et le second, du dernier volume des Mémoires de l'*American Academy*. Ces deux cas sont remarquables en eux-mêmes, comme aussi par cette circonstance particulière, savoir, qu'une très-grande étendue de l'atmosphère a participé à cet état électrique extraordinaire.

James Braid, chirurgien à Lead-hills, revenoit de la campagne à cheval, le 20 février 1817 vers neuf heures du soir. Il vit tout-à-coup les oreilles de son cheval devenir lumineuses; et le bord de son chapeau sembloit être en feu. Quelque temps après, une pluie suivie d'une forte neige survint. Dès que le cheval fut mouillé, la lumière de ses oreilles disparut; mais celle du bord de chapeau ne cessa que lorsque le chapeau fut entièrement pénétré d'eau. Avant que la pluie commençât, une innombrable quantité de petites étincelles petilloient dans toutes les directions vers le bord du chapeau, et les oreilles du cheval. Mr. Bright ajoute que depuis le 15 février, l'air a dû être fortement électrique autour de Lead-hills, car on voyoit tous les jours beaucoup d'éclairs, et on entendoit rouler le tonnerre.

La nuit du 17 janvier 1817, dans un nombre de lieux appartenant à la côte orientale des Etats-Unis d'Amérique on éprouva beaucoup d'orages accompagnés de pluie et de neige. Les éclairs se succédoient rapidement, mais on n'entendit que peu de tonnerres. Les personnes qui se trouvoient alors en plein air dans des endroits un peu élevés, virent le bord de leurs chapeaux, leurs gants, leurs oreilles, la queue, et les crinières des chevaux, les broussailles le long des

chemins; des troncs d'arbres, etc. entourés de flammes vives, vacillantes et de différentes formes; elles produisoient un foible bruit semblable à celui de l'eau quand elle est prête à entrer en ébullition. Elles ressembloient parfaitement à ces petites flammes qu'on voit voltiger de nuit autour d'un métal chargé d'électricité. Le mouvement sembloit favoriser la production de cette lumière. Lorsqu'on crachoit, les gouttes de salive devenoient lumineuses, à une petite distance de la bouche.

Pour remplir le vœu exprimé par Mr. Lampadius à la fin de sa note, l'auteur a consulté deux journaux météorologiques, tenus avec beaucoup de soin. Le premier est celui de Mr. Winkler, rédigé à l'Observatoire de Halle, avec beaucoup de régularité. Depuis le 9 janvier jusques vers la fin du mois, les vents n'ont presque pas cessé de souffler du côté de l'ouest. Du 20 au 25, ils ont été S.O, et O.S.O. Souvent violens, et même quelquefois orageux.

Le 25, au soir, il souffla un vent très-violent de l'O.N.O, et le 26 au soir, une tempête du N.O.; elle continua, mais en diminuant de force, pendant tout le 27; le 28 on eut une tempête du S.O. Le 24 à Halle, le ciel étoit presque sans nuages le soir; et le 25 il fut couvert; le 26 au matin le ciel étoit *cirro-stratus*, avec fond serein. Mais avant midi, jusqu'au 28, il fut presque constamment couvert. Dans l'après-midi du 25, il y eut quelques averses par un vent violent de S.O. Le soir, de huit à neuf, une très-forte pluie, Il neigea le 26 depuis midi jusqu'à la nuit en abondance; comme aussi le 27 au soir; et le 28 il tomba à midi une neige fine, et après-midi elle devint très-épaisse.

Les hauteurs du thermomètre et de l'hygromètre indiquées dans le tableau des jours cités, prouvent que le vent de S.O et de l'ouest nous ont amené cette fois, comme à l'ordinaire, de l'air chaud venant de la mer, et fortement chargé d'humidité.

Comme la température de l'air à Halle étoit de + 4 à 5° R., et que l'hygromètre étoit à 76, il est facile de comprendre que, déjà alors, avant que le vent se tournât au nord, la température, dans la région des nuages, se trouva au terme de la condensation de la vapeur aqueuse amenée. La même chose eut lieu à Freyberg, suivant le rapport de Mr. Lampadius; car, le 25, par un vent orageux de l'ouest, et du S.O., on vit tomber alternativement de petites àverses. L'orage de O.N.O, qui s'éleva le soir, avoit abaissé la température de l'air à Halle, de dix degrés déjà à 1°,9; et le 25 à huit heures du matin, à 0,1 R. Et ce jour-là, et les deux suivans, il se maintint au terme de la glace.

A Freyberg, la chute de neige décrite par Lampadius, eut lieu le 25 à 9 h. 50' du soir; elle arriva brusquement, en même temps qu'un violent ouragan du N.O.; mais; à Halle, il pleuvoit déjà très-fort entre huit et neuf heures; les deux événemens semblent donc avoir été la suite d'un abaissement subit de la température de l'air chaud et humide venant de la mer au S.O. par le mélange de l'air plus froid venant de l'O.N.O. Et cet effet a eu lieu à Halle près de deux heures plus tôt qu'à Freyberg.

Un amateur des sciences naturelles, Mr. Th. Schmiedel, qui observe le temps avec soin deux fois par jour, à huit heures du matin et à une heure après midi, m'a communiqué les notices suivantes, extraites de son Journal. Le vent souffloit, à ces deux époques diurnes, le 23 et le 24 janvier, du S.O. La 25 mat. O.S.O.; à midi O.; le 26 de l'O., et le 27 de N.O. Ces directions du vent ont été déterminées en partie par celles d'une girouette, en partie par le mouvement des nuages. Le 24 et 25 le ciel étoit couvert à Leipzick; ce dernier jour on eut du brouillard, il plut dans l'après-midi et le soir, et bientôt après (neuf heures du soir) il y eut un orage électrique accompagné

de grésil et de neige. On observa les mêmes phénomènes dans un village voisin. Le 26, le ciel étoit serein le matin et à midi. Le soir, entre neuf et dix, il y eut des éclairs et des tonnerres; et dans la nuit, un fort ouragan de l'ouest avec de la neige. Il en tomba aussi le 27 avant et après midi. Ainsi, il y eut à Leipsick comme à Freyberg, le 25 au soir, une chute de neige et gresil très-électrique, avec cette différence, qu'à Leipsick il y eut des éclairs et des tonnerres, mais non à Freyberg; tandis qu'ici on vit la lumière électrique sur les objets en pointe et voisins du sol.

Le 25, au soir, le vent du N.O. rafraîchi devint un ouragan; la condensation de la vapeur aqueuse et la formation du grésil et de la neige que produisoit l'ouragan dans l'air plus chaud et complétement humide, doit donc avoir eu lieu subitement, et avoir produit une précipitation, d'une densité extraordinaire. Si donc la métamorphose de la vapeur aqueuse en vapeur vésiculaire, et de celle-ci en pluie, neige, etc. est accompagnée d'un dégagement d'électricité, celle-ci dut paroître, dans le cas cité, avec une abondance particulière; et c'est ce qui a eu lieu en effet. Pour une explication complète, il faudroit indiquer comment ces métamorphoses s'opèrent; mais, on connoît trop mal encore les rapports de l'électricité avec l'évaporation, et avec les métamorphoses des vapeurs, pour raisonner pertinemment sur cet objet.

Les expériences de Volta, de De Saussure (1), et de Bonnet sur l'électricité qui se manifeste dans l'évaporation de l'eau ont été faites dans un temps où l'on ne connoissoit pas en-

(1) Il est intéressant de remarquer, qu'on a appris par les papiers-nouvelles, qu'il y eut à Presbourg, en Hongrie, dans la nuit du 26 janvier, un orage électrique. Dans le tableau météorologique de Halle il n'est fait mention d'orage électrique ni le 25 ni le 26. (*Note de Mr. Gilbert.*)

core cette électricité que deux conducteurs différens excitent par leur simple contact réciproque; ces expériences demandent en conséquence à être répétées. D'après elles, la condensation des vapeurs est toujours accompagnée d'une électricité positive. Si cela a toujours lieu, les nuages et les brouillards, en tant que composés de vapeur vésiculaire, (modification qui est le produit immédiat de la condensation de la vapeur aqueuse) ces nuages, doivent contenir une électricité positive libre, également répandue dans toute la masse; cette électricité tient séparées, à distance réciproque assez considérable, les vésicules aqueuses, et elle maintient probablement ce système vésiculaire à une certaine hauteur pendant aussi long-temps que l'air et la terre au-dessous sont aussi dans un état d'électricité positive. Plusieurs physiciens, qui sont montés sur des montagnes, pourvus d'électromètres, ont trouvé effectivement les nuages électriques en *plus* avant la pluie, et en *moins* pendant qu'il pleuvoit. S'il y a condensation de la vapeur aqueuse, assez subite pour que les vésicules, et l'air très-humide qui les sépare, forment un seul conducteur contigu, l'électricité doit tendre à s'échapper du dedans au dehors, et les masses de nuages isolés doivent devenir autant de magasins d'orages électriques. Mais cette dernière condition manquoit le soir du 25 janvier; car, déjà depuis le 24, le ciel étant uniformément couvert d'un voile de nuages qui s'étendoit probablement fort loin jusqu'au-delà de Halle et Freyberg (a Presbourg peut-etre), il est très-possible que le tonnerre n'ait éclaté qu'à un petit nombre d'endroits sous ce voile de nuages; et sur-tout pas dans ceux où il pleuvoit à verse et où la colonne d'eau qui descendoit offroit à l'electricité des nuages un conducteur suffisant jusqu'à terre. En revanche, si la neige est (ainsi que l'est la glace) un non-conducteur de chaleur, la neige tombante ne conduisoit pas cette électricité avec elle. On pour-

roit peut-être expliquer par-là pourquoi il y auroit eu des éclairs et des tonnerres ici (à Leipsick) et non ailleurs.

Mais, d'où venoit la forte électricité de la neige tombante à Freyberg, où également on n'a aperçu ni éclairs ni tonnerres? Si on avoit eu sous la main des électromètres de Volta à pailles, moins sensibles que ceux à feuilles d'or, que la forte électricité mettoit hors d'usage, on auroit quelques données pour une explication; mais comme ces indices manquent, ce seroit trop hasarder que leur substituer des conjectures. Les petits jets de lumière violette apparus aux extrémités des branches, des feuilles, etc. semblent prouver que la neige avoit une électricité négative, si on la rapporte à ses conducteurs en communication avec le sol; mais que ces conducteurs étoient électrisés positivement par rapport à cette neige; parce que ces apparences lumineuses sont conformes à celles qui ont lieu quand on approche des corps négativement électrisés, des conducteurs à pointes obtuses; et que la phosphorescence des atômes de neige correspond à la lumière qu'on voit aux pointes des corps négativement électrisés. Tant que la neige et la terre demeuroient séparées par une couche d'air isolante, l'état électrique, dans l'un des corps, devoit produire l'état opposé dans l'autre. Mais les faits manquent pour déterminer si la chose se passoit ainsi, et laquelle des deux masses etoit électrique par elle-même, et laquelle l'étoit par pression.

Peut-être, la manière de voir suivante, seroit-elle la plus conforme à la réalité. Pendant que l'ouragan qui arriva subitement du nord-ouest, mêla l'air humide et chaud avec l'air froid, il fit descendre la température des couches d'air plus élevées, (et par conséquent un peu plus froides), de suite jusqu'au-dessous du terme de condensation de la vapeur aqueuse; et, en même temps, la formation en gouttes et en neige, eut lieu, avec une rapidité telle, que l'électri-

cité dégagée par cette action, remplit tout l'espace qu'occupoit le manteau de nuages qui descendirent aussi bas que les amena le degré dont la température de l'air se trouvoit au-dessous du terme de condensation de la vapeur aqueuse.

Freyberg, qui est plus haut de mille pieds que Leipzick, se trouvoit probablement dans la couche électrique elle-même, dans laquelle l'électricité se dégageoit par la condensation de la vapeur aqueuse à un degré tel, que, si ce procédé avoit eu lieu dans une masse de nuages isolés, il auroit dû provoquer un violent orage. Leipzick et Halle se trouvoient au contraire probablement au-dessous de cette couche; et c'est à cause de cela qu'on a vu des éclairs et entendu des tonnerres à Leipzick dans la hauteur, et qu'à Halle, où la pluie avoit commencé plutôt, on n'apperçut aucun indice d'électricité, d'air ou de nuages, dégagée subitement. Dans ce cas, l'air pendant la neige de Freyberg, auroit dû montrer une forte électricité positive; et des bords saillans, ou des pointes obtuses, de matières à demi conductrices de l'électricité, auroient dû manifester les signes lumineux ordinaires à l'électricité positive qui entre, ou à la négative qui sort.

Le chirurgien de Braid vit la lumière qu'il a décrite, le 20 février 1817, après qu'on eut vu pendant six jours des éclairs et des tonnerres à Lead-Hills en Ecosse. L'orage accompagné de neige, durant lequel on vit dans beaucoup d'endroits sur la côte orientale de l'Amérique un phénomène semblable, eut lieu le 17 février 1817. Quoiqu'on ne puisse pas dire que la même masse de nuages électriques s'étendît alors de l'une des parties du globe à l'autre, du moins est-il de fait, que l'atmosphère avoit dans l'une et l'autre région la même disposition électrique. Il est remarquable que Mr. Braid vit la lumière *avant* qu'il parût ni pluie ni neige; et que cette lumière se montroit sur les bords et les pointes obtuses des demi-conducteurs jusqu'à terre. L'appa-

rition de la lumière en façon de vernis sur la main mouillée du Dr. Allaman, provenoit de ce que l'épiderme de la main sèche, est un non conducteur de la chaleur, et qu'elle ne conduit que lorsqu'elle est humide, ou pendant aussi long-temps qu'elle le demeure. Comme il régnoit un orage très-violent, il est probable que l'électricité positive des nuages descendit jusqu'à terre avec la pluie, et qu'elle montra les phénomènes lumineux dus à l'entrée lente de cette électricité positive sur les bords et les pointes obtuses des demi-conducteurs, sur lesquels elle se condensoit jusqu'à devenir visible. Si l'électricité se fût répandue depuis les nuages orageux, alors la couche inférieure de l'air, et la terre elle-même auroient dû, si je ne me trompe, être électrisés en *moins*, et il n'y auroit pas eu de lumière répandue sur des objets aussi rapprochés de la surface de la terre; mais on auroit vu des éclairs sillonner les nuages.

» Mais peut-être, dit l'auteur, avons-nous déjà hasardé trop de conjectures. Je terminerai par une observation générale sur la constitution atmosphérique de cet hiver, qui ne sera peut-être pas sans intérêt pour nos lecteurs. »

« Dans nos contrées, et autant qu'on peut en juger par les nouvelles des gazettes, probablement dans toute la partie du milieu de l'Europe, les vents du sud ont soufflé presque exclusivement, non-seulement pendant le mois de janvier, mais même pendant les trois mois qui l'ont précédé; ils nous ont amené cet air chaud, qui cette année a changé l'hiver en printemps. En novembre et décembre le vent a presque toujours soufflé de l'ouest, et par conséquent il amenoit l'air humide de l'Océan. Ainsi, pendant tout ce temps, nous avons été transportés d'un climat méditerranée dans un climat maritime, et nous avons éprouvé toutes les particularités des hivers dans les pays voisins de la mer, et dans les îles dans des climats septentrionaux, auxquels ces vents de mer apportent d'ordinaire un air tempéré. »

» Le Pasteur Herzberg, demeurant en Norvége, dans le district de Bergen, a procuré, sur le climat de ce pays, des notions qui viennent à l'appui de ce que j'avance. Les orages d'hiver, dit-il, viennent toujours du côté de la mer, par conséquent de l'ouest-sud-ouest, ou du nord-ouest, et vont souvent jusqu'à la tempête. Ces orages ont lieu lorsqu'après qu'il a gelé pendant plusieurs semaines, un vent chaud souffle du sud pendant quelques jours, et qu'il tourne subitement à l'ouest ou nord-ouest, accompagné de dégel, de coups de vent, et quelque fois de grêle; ou bien quand après un long dégel, avec le vent du sud et de fortes pluies, le vent tourne à l'ouest, accompagné de tempêtes, d'éclairs fréquens sans tonnerres, ou de très-forts éclairs avec de bruyans roulemens. Si l'orage a lieu après que la gelée et le temps serein ont duré pendant quelque temps, il s'ensuit une longue tempête de l'ouest, avec dégel, pluie et grêle. En été, au contraire, les orages viennent rarement de l'ouest, mais presque toujours du sud-sud-ouest, et du nord-ouest. — Selon les observations de Mr. Arentz, qui demeure aussi en Norvége, les orages électriques d'hiver ne viennent que par un vent orageux du sud, ou de l'ouest, jamais par un vent d'est pendant la gelée, et par un temps serein. Quand le vent est sud, et qu'il tourne au nord-ouest, on doit souvent s'attendre à un orage; en hiver sur-tout, quand il neige ou qu'il grêle. Quelque fois il y a des éclairs sans tonnerres. Les orages sont seulement précédés de pluie. Le thermomètre descend presque toujours de 1 à 3° après les tonnerres. »

» Il n'y a pas tous les hivers des orages électriques en Norvége, cependant ceux où il y en a, sont plus fréquens le long de la côte, que ceux où il n'y en a pas. Plus on pénètre dans le pays, plus les orages deviennent rares, et au fond des bayes de dix à quatorze milles de profondeur,

ils deviennent toujours plus rares, et souvent ne font point entendre de tonnerres. Dans les mois de novembre, décembre, janvier et février, on a vu à Bergen, dans le cours de six ans dix orages; et à Drontheim quinze dans neuf ans; tandis que le nombre des orages dans les mêmes lieux étoit de quatorze à vingt en septembre et octobre, et de douze et dix-huit dans les autres mois : les orages électriques appartiennent aux hivers où il y a beaucoup de tempêtes et quelque fois dans ces mêmes hivers, on ressent de très-foibles secousses de tremblemens de terre (1). A Malmanger il y a des hivers sans orages électriques; d'autres où il y en a deux ou trois, mais jamais ils n'ont lieu que quand la température de l'air est assez douce pour qu'il pleuve sur les montagnes basses, c'est-à-dire d'environ deux mille huit cents pieds au-dessus du niveau de la mer. Les orages occupent ordinairement une plus grande étendue en hiver qu'en été, elle est de douze à seize milles de Norvége le long de la côte; et de dix à douze vers l'intérieur du pays jusqu'auprès des montagnes. »

» Comme toutes les côtes, la côte occidentale de la Norvége a des hivers plus doux qu'on ne devroit les attendre de sa position très-boréale; mais elle est exposée aux vents du nord et du nord-ouest qui soufflent en hiver du côté de la terre alors ensevelie dans la nuit; et ces vents sont alors très-froids. Plus avant dans les terres il fait plus froid, et les vents du nord n'ont pas un aussi libre acces. En septembre et octobre, époque où les orages sont plus fréquens, l'été régne encore sur la côte, mais les vents froids se font

(1) Le Pasteur Herzberg dit qu'on entend quelque fois un son sourd et creux, qui paroît se prolonger en différentes directions, sans qu'on apperçoive le moindre tremblement dans le sol. Le temps change ordinairement après ce phénomène.

déjà sentir. Après le soltice, le froid devient plus rigoureux et plus fixe; ainsi novembre et décembre sont les véritables époques des orages d'hiver; ils sont rares en janvier et février. Pendant les mois d'hiver on observe ordinairement deux couches de nuages, une plus élevée, d'un jaune pâle, au-dessus des nuages plus bas, qui semblent souvent avoir une direction différente et même opposée (1). »

» La Norvége n'est pas le seul pays du nord dans lequel ces orages électriques en hiver aient lieu assez fréquemment. Paulsen et Olaffsen, disent dans leur description de l'Islande, que dans cette île remarquable, les tonnerres et les éclairs sont très-fréquens en hiver, par un froid modéré, un air épais, et avec de la neige; et qu'au dire des habitans des îles de Faröe, il n'y tonne jamais en été, mais seulement en hiver par de grandes tempêtes et dans les pluies. »

» Tout ce qui précède est parfaitement d'accord avec ce que nous avons observé cet hiver dans nos contrées, comme on peut s'en convaincre facilement en consultant les journaux météorologiques (2).

---

(1) Mr. Herzberg dit qu'on ne remarque pas ces couches en été comme en hiver; que quelque fois on en voit trois; mais que dans ce cas le vent n'est pas fort et qu'il y a rarement d'orage. Par une gelée très-forte et un vent d'est, celui-ci empêche quelquefois une tempête qui règne sur mer de s'approcher de la terre, et alors on voit à Malmanger, qui est éloigné de cinq à six milles de la mer, dans la soirée, des nuages orageux, à une hauteur apparente de 6 à 10°, mêlés de fréquens éclairs, sans qu'on entende tonner, dans cet éloignement; mais que ce phénomène est assez rare (A).

(2) Ces faits sont conformes à ce que Mr. Lampadius a observé pendant un orage électrique, accompagné de neige, qui a eu lieu le 1.er janvier 1808, à Freyberg. Le baromètre étoit descendu vingt-quatre heures auparavant, de près d'un pouce. Le

CHIMIE.

Expériences sur la préparation du potassium et du sodium, lues à la Société des Sciences Naturelles de Berne, le 14 Déc. 1822. Par Mr. Brunner, Prof. de Chimie. Communiquées par l'auteur au Prof. Pictet, (*avec fig.*) (1).

Etant appelé dans mon cours de chimie, à montrer la préparation des métaux qui sont la base des alkalis fixes, j'entrepris un assez grand nombre de recherches pour m'en procurer une quantité aussi considérable que je le pourrois, et pour comparer entr'elles les méthodes de préparation de ces métaux indiquées jusqu'à ce jour par les auteurs.

---

vent étoit très-violent à l'ouest, et avoit amené pendant la matinée, de petites pluies électriques, avec un peu de grêle. Vers une heure après-midi, la pluie se changea subitement en grêle, et il s'en suivit un violent éclair et un tonnerre, dont la neige qui tomboit avec rapidité, amortit le roulement. La foudre frappa un clocher couvert en cuivre, et le coup fut si violent, que la barre de fer de trois quarts de pouces en quarré, qui descendoit du toit de cuivre jusqu'à terre, ne put pas conduire la charge entière; une partie, abandonnant le conducteur, suivit d'autres corps métalliques, au travers de la demeure du garde de la tour, sans lui faire aucun mal.

(1) Nous avons suivi avec un extrême intérêt, les manipulations simples et ingénieuses dont on va lire la description, dans une répétition que l'auteur eut la complaisance d'en faire, en présence de quelques amis, à l'époque de la réunion de la Société Helvétique des sciences naturelles à Berne, à la fin de juillet dernier (R).

Elles consistent toutes, comme l'on sait, à mettre en contact la potasse ou la soude, à l'état de vapeur, avec du fer, ou du charbon, dans une température très-élevée; l'expérience se fait, ou dans un canon de fusil, rempli de tournures de fer, qui traverse un fourneau, où il est chauffé au blanc, dans un feu alimenté par un bon soufflet de forge, ainsi que MM. Gay-Lussac et Thenard l'ont pratiqué (1), où suivant Cureaudeau, d'eau (2) dans un canon fermé par un bout, dans lequel on chauffe un mélange de carbonate de potasse ou de soude et de charbon; ou enfin, suivant la méthode indiquée par MM. Trommsdorff et Bucholz (3), en traitant la soude ou la potasse dans un vase distillatoire de fer forgé; méthode qui a été décrite dernièrement, avec quelques changemens, par Mr. Lampadius (4).

Toutes ces méthodes, dans le détail desquelles il seroit trop long d'entrer ici, et que l'on trouvera décrites dans les ouvrages cités, ont le défaut d'exiger une température très-haute, qui a fort souvent pour effet de détruire l'appareil en peu de temps, souvent même avant que le produit paroisse. J'ai donc cherché à remédier à cet inconvénient en me servant d'un appareil qui exige une température moins élevée, et j'y suis parvenu, en modifiant celui des chimistes allemands de la manière que je vais décrire.

Le vase dont je me sers est en fer forgé, de forme ovoïde (fig. 1, A), de l'épaisseur de demi-pouce, capable de contenir quinze à seize onces d'eau, muni d'un col, qui re-

---

(1) Recherches physico-chimiques I. 74.

(2) Moniteur universel, 20 avril 1808, n° 177.

(3) *Gehlen's neues journal* V. p. 690, VII I p. 180 — Trommsdorffs journal de pharmacie XVII, 32. — Trommsdoff, phar. chem. Woerter buch. II 400.

(4) Schweigg. Journal, neue Reihe IV 221.

çoit à vis l'extrémité d'un canon de carabine courbé, comme on le voit en B, fig. 1. Pour préserver ce canon de l'effet destructeur du feu, il convient de l'entourer de fil de fer (1). Le fourneau destiné à cette expérience, est un fourneau à vent ordinaire, construit en brique et pareil à ceux dont on se sert pour la fusion des métaux en petite quantité. Il est représenté, fig. 2 et 3.

A, est son laboratoire, que l'on couvre d'une tôle B. La paroi antérieure E, est fermée par la moitié d'un grand creuset de graphite, sans fond, partagé de haut en bas et posé sur une feuille de tôle percée d'une ouverture circulaire à son centre pour laisser passer le canon de fusil. C, est la cheminée qui ne doit pas être trop large, afin qu'elle procure un courant d'air ascendant assez fort. Le canon est soutenu, ainsi que le creuset, par quelques bandes de fer enchassées dans le mur. La figure indique la position de l'appareil pendant l'opération. Le récipient destiné à recevoir le produit se voit, fig. 4. C'est un vase cylindrique en cuivre, dont le couvercle porte une ouverture circulaire destinée à recevoir le canon de fusil, qui doit être usé à son bout, pour s'adapter exactement à l'ouverture sans qu'il soit besoin de lut. Il plonge de deux à trois pouces dans le récipient. Celui-ci est muni, à sa partie supérieure, d'un tube qui en part sous un angle d'environ 90° et qui sert au passage des gaz. L'on peut à volonté, y adapter un tube en forme d'S, pour recueillir les gaz, ou un tube courbé, pour le faire plonger sous l'eau ou le naphte. Pour refroidir le récipient pendant l'opération, on le place dans un bassin de fer, rempli d'eau froide ou de glace.

Je passe maintenant aux experiences, que je décrirai dans l'ordre suivant lequel elles ont été faites.

---

(1) Mr. Schenk (aîné) à Berne, fabrique cet appareil avec beaucoup d'habileté et à un prix modique.

I.

Après avoir lavé la cornue de fer et le canon de fusil, avec de l'acide sulfurique bien foible, je chauffai la cornue au rouge, et j'y portai en petites portions alternatives quatre onces de potasse caustique, à l'état de fusion ignée, et un mélange de six onces de tournures de fer grossièrement concassées dans un mortier, et d'une once de charbon pulvérisé. Le tout fut mêlé aussi intimement que possible, à l'aide d'une baguette de fer.

Par dessus ce mélange, j'introduisis deux onces de tournures de fer bien décapées. Aussitôt après, l'appareil fut fermé, enduit d'un lut de grés infusible qui sécha de suite après l'avoir appliqué sur le fer déjà chaud, et mis dans la position indiquée par la figure, sans cependant y adapter encore le récipient. On mit à sa place, à l'orifice du canon, un tube de verre recourbé et ouvert, muni d'un bouchon de liège, pour procurer le moyen d'observer le dégagement de gaz. Ensuite, le feu fut allumé et augmenté graduellement. Au bout de dix minutes, on vit sortir un gaz inflammable qui brûla d'une flamme variée de rouge et de bleu; dix minutes plus tard la flamme s'agrandit, elle vint d'un blanc violet, et en même temps, on vit sortir des vapeurs blanchâtres; dix minutes plus tard l'intérieur du tube parut d'un verd d'éméraude brillant (1), ce qui annonce l'arrivée du potassium. Le récipient fut alors adapté, de manière que l'extrémité du canon plongeât d'un pouce sous le naphte. Le dégagement de gaz fut très-rapide, et à l'embouchure du tube de verre adapté au tube latéral du récipient, on vit constamment sortir une flamme blanchâtre mêlée de violet; lorsqu'on l'éteignoit, elle se rallumoit souvent d'elle-même. De temps en

(1) Tous ces changemens s'observent facilement, sans qu'on soit incommodé de la chaleur, au moyen d'un miroir placé à quelque distance en face de l'embouchure du canon.

temps, on voyoit s'élancer hors du tube une poudre pyrophorique; cette matière, recueillie, présentoit de petits globules noirs qui, exposés à l'air, en attirèrent l'humidité et s'y liquéfièrent en peu de temps; dissous dans l'eau, ils donnèrent une solution de potasse, en déposant du charbon.

Environ vingt-cinq minutes après que le récipient eut été adapté, le dégagement de gaz diminua; et il cessa enfin entièrement. Le récipient fut séparé, et il s'y trouva deux gros et demi de potassium, sous la forme de boutons d'un brillant métallique parfait, de la grosseur d'un pois, et qui nageoient dans le naphte.

On parvient facilement à les réunir en les fondant dans une petite cuiller de cuivre (fig. 5) sur la flamme d'une lampe. On décante le naphte, on chauffe les boutons métalliques, qui ne tardent pas à se fondre, et on les paitrit avec les doigts, ou avec une spatule, pendant qu'ils se refroidissent et se solidifient. Après cela, il convient de chauffer une seconde fois la masse réunie sous le naphte, et on la laisse refroidir tranquillement. Elle prend de cette manière la forme d'un sphéroïde applati.

II.

Huit onces de sous-carbonate de potasse chauffé au rouge, six onces de tournures de fer concassées, deux onces de charbon pulvérisé furent mêlées et mises dans le vase distillatoire chauffé lui-même au rouge brun, ainsi qu'on l'a dit précédemment. Je mis une once de tournures de fer par dessus, le tout fut chauffé de la même manière que dans l'expérience précédente. On vit paroître à-peu-près les mêmes phénomènes, avec cette différence, que la flamme du gaz s'éteignoit quelquefois par l'effet du gaz acide carbonique dont elle étoit mêlée. Au bout d'une heure et demie, à compter du commencement de l'opération, le dégagement de gaz cessa, et on trouva deux gros et vingt grains de potassium dans le réci-

pient, sans compter une partie qui resta adhérente à l'intérieur du tube, mêlée d'une matière noirâtre dont on ne put la dégager entièrement.

Les tournures de fer étoient devenues noirâtres comme dans l'expérience précédente, sans cependant être fort oxidées, car elles étoient presque aussi malléables qu'avant l'opération.

Le résidu de la cornue fut extrait par de l'eau bouillante, qui donna une solution incolore, laissant par l'évaporation un résidu de demi-once et quatre grains de sous-carbonate de potasse, mêlé de potasse caustique. Ce résidu, saturé d'acide nitrique, donna avec le sulfate de fer, un précipité bleu, pendant que la liqueur se coloroit fortement en rouge comme par de l'acide hydrocyanique sulfuré. Le nitrate d'argent y produisit un précipité blanc floconneux, pareil à celui que ce sel produit dans un prussiate, qui, exposé à la lumière, se coloroit moins vite que le chlorure d'argent.

Il est difficile d'expliquer ici la formation de l'acide prussique, ou du cyanogène, dont la présence me paroît, cependant hors de doute. Ces substances n'existoient pas dans le sous-carbonate de potasse employé, ainsi que je m'en suis assuré par une expérience directe; elles ont donc été formées pendant l'opération. Je trouve que déjà, Trommsdorff a fait cette observation (1). L'explication que je serois disposé à donner de la production de ces combinaisons azotées seroit, de l'attribuer à la présence d'une petite quantité d'un nitrate dans le carbonate employé (qui n'étoit que de la potasse du commerce purifiée), et qui, par l'influence du charbon, auroit donné lieu, dans la température élevée, à la formation d'une petite quantité de cyanogène (2).

(1) Woerterbuch, II, 403.

(2) Plusieurs expériences que je fis à cette époque, me montrèrent que par la combustion de quelques sels à base de potasse, et qui contiennent un acide végétal avec du nitre il se produit,

Dans une expérience pareille à celle qui vient d'être décrite, j'avois mis par dessus le mélange, au lieu d'une once, deux onces de tournures de fer, dans l'espérance d'obtenir une plus grande quantité de potassium, quand la vapeur de potasse seroit en contact avec une quantité de fer plus considérable, mais l'expérience me prouva le contraire. J'obtins un peu moins de métal. Non-seulement les tournures de fer ne se trouvèrent point oxidées après l'opération, mais elles prirent un brillant métallique et parurent comme couvertes d'une couche argentine, et aussi malléable, ou même plus, qu'avant l'expérience. Lorsqu'on les mit dans l'eau, elle devint assez fortement alkaline. Il me paroît hors de doute, qu'il s'étoit formé un alliage de fer et de potassium (1).

III.

Pour savoir si la réduction de la potasse étoit due à l'influence du fer, ou à celle du charbon, ou peut-être à l'action réunie de ces deux substances, j'essayai de préparer le métal sans employer du fer dans mon mélange.

Pour cet effet, je mêlai, ainsi que Curaudeau l'a indiqué, six onces de sous-carbonate de potasse chauffé au rouge, avec trois onces de charbon pulvérisé, et je chauffai le tout

---

du cyanogène. Je le trouvai en quantité assez notable dans le résidu de la combustion de dix parties de surtartrate de potasse avec une partie de nitre; et en plus grande quantité dans le résidu de la combustion de deux parties d'acétate de potasse avec une partie de nitre. De tous les mélanges essayés, ce fut ce dernier qui me donna la plus grande quantité de prussiate. Cette observation paroît avoir quelque rapport avec celle faite par Mr. Pagenstecher, (Trommsdorff, *neues journ.* III 470) sur la production de l'ammoniaque, en brulant huit parties de nitre avec cinq parties de surtartrate de potasse (A).

(1) Les chimistes français font mention d'un alliage semblable qu'ils obtenoient quelquefois dans leurs opérations (A).

dans l'appareil ordinaire. Une grande quantité de gaz inflammable, une poudre pyrophorique, qui souvent fut lancée avec force hors de l'appareil, et environ trois gros de potassium furent les produits de l'opération. L'expérience étant terminée, le résidu fut traité par l'eau bouillante, et donna deux onces de sous-carbonate de potasse, et deux onces trois gros de charbon. On voit donc, que les quatre onces de potasse, n'avoient exigé que cinq gros de charbon pour être décomposées.

IV.

Comme on pourroit objecter que dans l'expérience dont je viens de parler, le fer de la cornue avoit pu contribuer à la réduction, je répétai le procédé dans une cornue de grés. Tous les préliminaires ordinaires parurent, le gaz inflammable, les vapeurs blanches, le feu verd brillant; mais, dans le moment où je m'attendois à voir arriver le potassium, la cornue se fendit, et l'opération fut terminée. Lorsque je mis dans l'eau le col de la cornue après qu'elle eut éte réfroidie, une inflammation assez vive eut lieu; ce qui me prouve que le métal avoit été produit.

Je répétai cette expérience; elle eut exactement le même résultat. Quoique la preuve ne soit pas rigoureuse, je suis néanmoins porté à croire, que dans la température dans laquelle j'opérois, c'étoit au charbon seul qu'étoit due la réduction du potassium.

V.

Pour apprendre si cette réduction pouvoit avoir lieu, par le fer seul, sans l'influence du charbon, je mêlai quatre onces de potasse caustique, en fusion ignée, avec six onces de tournures de fer concassées, choisies, et bien pures de tout mélange de bois et de charbon; et par dessus ce mélange, je mis encore une once de tournures de fer entières. Le tout fut exposé au feu, selon ma méthode ordinaire. Un quart

d'heure après, on vit se degager un gaz inflammable, qui brûloit avec une petite flamme blanchâtre. Elle s'éteignit bientôt, et, quoique le feu fût augmenté autant que possible, et durât plus de deux heures, il ne parut ni vapeurs blanches, ni la lumière verte, ni un atôme de potassium. Je laissai refroidir l'appareil, je traitai le résidu par l'eau bouillante. La dissolution, filtrée et évaporée, me donna trois onces et demie de la potasse employée.

Si l'on considère que pendant que l'on chauffoit la potasse au rouge avant l'opération, il s'en volatilisoit probablement une petite partie, et qu'une autre partie restoit dans la cuiller, dans laquelle elle étoit chauffée ; et qu'enfin il pouvoit facilement s'en perdre un peu en la versant dans la cornue, personne ne s'étonnera d'un déficit d'une demi once de la potasse employée.

Cette expérience me semble prouver, que dans la température dans laquelle le charbon, ou le charbon et le fer conjointement, réduisent la potasse, le fer seul n'est pas capable d'effectuer cette réduction.

On me fera l'objection que les chimistes Français sont parvenus à réduire le potassium par le fer, sans employer du charbon, et que Trommsdorff (1) a également effectué la réduction sans charbon. Je répondrai à cette objection de la manière suivante.

1. Il ne faut sans doute qu'une très-petite quantité de charbon, ponr que la réduction ait lieu, peut-être quelques petits fragmens de bois qui se trouvent si souvent mêlés dans la tournure de fer que l'on tire des ouvriers, ou même seulement du fer qui a été tourné à l'huile.

2. Il seroit possible que dans la température élevée que les chimistes Français et Allemands ont employée en acti-

(1) Journal des Pharmacie XVII, p. 40.

vant le feu par un soufflet de forge, la réduction de la potasse seroit effectuée par l'intermède du fer, tandis que dans une température moins haute elle s'opère facilement par le charbon.

VI.

Les expériences précédentes m'ayant prouvé, ce qui d'ailleurs étoit déjà connu par les expériences de Curaudeau, que le sous-carbonate de potasse pouvoit être décomposé par le charbon, je pensai qu'il devoit être possible de préparer le potassium en chauffant le résidu que l'on obtient par la combustion du sur-tartrate de potasse dans l'appareil décrit, puisque dans ce résidu le sous-carbonate de potasse est intimément mêlé avec du charbon très-divisé. Un essai fait en petit me prouva que, dans le résidu de cent parties de tartre brut brûlé dans une cornue, il se trouvoit 8,75 de charbon (en y comprenant une petite portion de sulfure et de carbonate de chaux) et 31,25 de sous-carbonate de potasse.

Je mis dans mon appareil vingt-quatre onces de tartre brut du commerce, grossièrement pulvérisé, et j'en dégageai premièrement l'acide pyro-tartarique par une douce chaleur. Alors on ouvrit l'appareil pour débarrasser le canon d'une partie de la masse charbonneuse, puis il fut fermé de nouveau, garni de son lut, mis dans le fourneau et chauffé de la manière ordinaire. L'expérience eut lieu comme dans l'article 2, avec cette différence, qu'il ne parut point de poudre pyrophorique.

La moyenne de cinq expériences pareilles qui ne différoient pas plus entr'elles que l'on ne devoit s'y attendre dans des opérations où l'on travaille avec un grand feu, dont on n'est pas toujours maître, me donna pour produit de vingt-quatre onces de tartre brut, quatre gros, cinquante-six grains de potassium.

L'intérieur de l'appareil se trouva vide après chaque ex-

périence ; sauf une couche charbonneuse qui couvroit sa paroi. En la traitant par l'eau bouillante, j'obtins toujours d'une once à une once et demie d'un résidu alkalin composé de potasse caustique, de sous-carbonate de potasse, d'un peu de sulfate et de sulfure de chaux ; et qui, le plus souvent, contenoit une petite quantité d'acide prussique.

VII.

Les dernières expériences m'ayant prouvé que le charbon contenu dans le tartre (quoiqu'on en retrouvât toujours une partie assez considérable dans le résidu après l'opération) ne suffisoit pas à la réduction totale de la potasse contenue dans le sel employé, je cherchai à obtenir une décomposition plus complète en ajoutant une portion de charbon au tartre. Dans cette vue, je traitai dans mon appareil un mélange de 14,5 de tartre brut et de 1,22 onces de charbon pulvérisé. J'obtins trois gros et demi de potassium, et le résidu me donna une once et quarante grains de sel alkalin.

VIII.

Comme une expérience précédente (n.º 3) m'avoit prouvé que pour extraire le potassium du sous-carbonate de potasse une quantité de charbon moindre que celle contenue dans le résidu du tartre brulé, étoit suffisante, j'entrepris la préparation de ce métal en traitant le tartrate neutre de potasse de la même manière que j'avois traité le tartre seul. De dix onces et demie de ce sel, j'obtins un gros quarante grains de métal. Le résidu me donna trois gros et demi de potasse et de sous-carbonate de potasse.

IX.

Pour savoir si le fer contribue en quelque manière à la préparation du potassium, je traitai quatorze onces de tartre avec quatre onces de tournures de fer concassées. J'obtins trois gros dix grains de potassium, et le résidu donna une once trois gros de potasse.

Une opération semblable, dans laquelle je traitai douze onces de tartre avec huit onces de limaille de fer, me donna deux gros cinq grains de potassium.

L'on voit clairement par ces dernières expériences, que l'addition du fer est superflue. Aussi les tournures de fer employées se trouvèrent-elles après l'opération aussi malléables qu'auparavant, quoiqu'elles fussent devenues noirâtres à la surface, effet qui peut être attribué au charbon.

X.

Seize onces de tartrate de potasse et de soude (sel de Seignette) cristallisé, furent traitées de la manière ordinaire dans l'appareil. J'obtins seulement une petite quantité d'un métal fluide, d'un aspect brillant à-peu-près comme un amalgame de mercure, qui, jeté dans l'eau, donna une solution de potasse et de soude. Des expériences ultérieures démontreront si c'est à la quantité considerable d'eau contenue dans ce sel qu'il faut attribuer la petite portion de produit obtenue, ou si la petitesse du produit est due à ce que j'avois ôté la masse charbonnée de l'appareil, pour la pulvériser avant de la soumettre au feu de réduction.

XI.

J'essayai de préparer le sodium de la même manière que le potassium, en traitant la soude caustique et le sous-carbonate de soude, successivement par le fer et le charbon. Il seroit trop long d'entrer dans tous les details des operations faites à ce sujet. Je ne pourrois d'ailleurs que repeter tout ce que j'ai dit sur le potassium, la methode et le succès étant absolument les memes que dans la préparation de ce metal, avec cette seule différeence, que je n'obtins jamais la poudre pyrophorique, et que jamais le gaz ne s'alluma de soi-même.

Je n'ai pas eu occasion jusqu'ici d'essayer l'extraction du

sodium d'un sel de soude à acide végétal, mais toutes mes expériences faites sur le potassium me portent à croire que ce procédé auroit le même succès.

A la lecture de ce Mémoire, on sera surpris du peu de produit obtenu dans toutes les expériences décrites, et chacun se demandera : « Qu'est devenu le reste du métal contenu dans la potasse, ou la soude, décomposée ? »

Plusieurs expériences me firent voir clairement qu'une partie de ces métaux s'échappe sous la forme de vapeurs à travers le naphte contenu dans le récipient et occasionne la teinte violette de la flamme du gaz inflammable. Je ne déciderai pas si ces métaux entrent en combinaison chimique avec l'hydrogène pour former le gaz hydrogène potassié dont quelques auteurs font mention ou si ce n'est qu'un mélange de gaz hydrogène carburé et de vapeurs de potassium ou de sodium. J'admettrois plus volontiers la dernière de ces deux suppositions.

J'essayai différens procédés pour fixer ces vapeurs. Quand je les fis passer par le naphte celui-ci se troubla, et il se forma bientôt un dépôt grisâtre, qui, versé dans l'eau produisit une grande quantité de gaz hydrogène en donnant une solution alkaline, sans cependant s'enflammer (1).

J'essayai en vain de faire absorber cette vapeur par le mercure et d'obtenir de cette manière un amalgame. Avec la vapeur de potassium il passa de la vapeur de naphte qui empêcha les deux métaux de se combiner, et le mercure se couvrit seulement du fluide trouble indiqué, qui n'est que du potassium très-divisé nageant dans le naphte. Je ne pus parvenir à le réunir en un grain.

Une autre circonstance diminue la quantité de métal que

---

(1) On sait que le potassium maintenu sous le naphte, ne s'enflamme pas par l'eau, quoiqu'il s'y dissolve en dégageant beaucoup de gaz hydrogène. (A)

l'on devroit obtenir; c'est que, vers la fin de l'opération, une partie de la masse charbonneuse contenue dans le vase distillatoire s'élève dans le canon, et finit ordinairement par l'obstruer. Quoique sa quantité soit beaucoup moindre dans la préparation du potassium par l'intermède du tartre que dans la réduction de la potasse caustique par le charbon et le fer, et que cette quantité soit considérablement diminuée par la disposition indiquée, où le canon de fusil est lui-même exposé au feu, cette défectuosité ne disparoît pas entièrement.

En résumant tous les résultats des expériences décrites dans ce Mémoire, nous pouvons, je crois, en tirer les conclusions suivantes.

1. L'appareil décrit, a, sur tous les autres recommandés jusqu'à ce jour, l'avantage d'être beaucoup plus durable, parce qu'il n'a pas à supporter un feu violent et alimenté par des soufflets, qui détruit, ainsi que la plupart des auteurs s'en plaignent, leurs appareils, en peu de temps, souvent même avant la production du métal (1). Il est simple, l'expérience est facile à faire et peu sujette à manquer.

2. Il est moins dispendieux et plus convenable d'extraire ces métaux de leurs sous-carbonates par l'intermède du charbon, que des alkalis caustiques. La méthode la plus simple et la plus avantageuse, c'est de les extraire en calcinant le charbon alkalin que l'on obtient en brûlant leurs sels à acides végétaux, ou du moins leurs tartrates, ainsi qu'on l'a indiqué.

3. Dans la température employée dans mes expériences,

(1) Après m'être servi plus de trente fois d'un appareil, il reçut enfin une petite gerçure. Il auroit sûrement pu servir plus longtemps si, dès les premières expériences j'eusse eu la précaution de le retirer du feu, aussitôt que l'expérience étoit terminée.(A)

il paroît que c'est principalement au charbon qu'est due la réduction, et que le fer, s'il n'est pas tout-à-fait inutile, n'y joue pourtant qu'un rôle subordonné. Il n'est pas avantageux d'ajouter du fer au mélange indiqué, puisque les métaux alkalins paroissent souvent s'unir à lui, ce qui a pour effet de diminuer la quantité du produit.

Dans aucun cas la décomposition n'est complète, quand même il reste un résidu de charbon.

3. Le métal extrait ne peut être recueilli sans perte, une grande partie passant en forme de vapeur au travers du liquide du récipient, et ce métal n'ayant pu être jusqu'ici suffisamment fixé.

Je ne doute pas que l'on ne trouve dans un auteur ancien, peut-être du siècle des alchimistes, des notices sur des substances métalliques ou des masses pyrophoriques obtenues en calcinant fortement des sels de potasse ou de soude à acides végétaux. La chaleur produite par le résidu du tartre brûlé en vase clos, soit qu'on le traite par l'eau ou qu'on l'expose à l'air humide, est connue à tout chimiste et a déjà été indiquée par Boerhaave (1), et il seroit étonnant que dans des époques précédentes, lorsqu'on soumettoit toutes les substances connues à la force décomposante du feu, on n'eût pas fait des observations du genre de celles que nous avons recueillies dans le travail dont on vient de rendre compte.

---

(1) *Elementa Chemiæ*, II, p. 226.

ARTS INDUSTRIELS.

Considérations sur les ponts en fil de fer, et expériences y relatives. Par Mr. G. H. Dufour, Lieutenant-Colonel du Génie. Adressées au Prof. Pictet par l'Auteur.

Mr.

Les détails intéressans que vous nous avez donnés sur les ponts suspendus d'Amérique et d'Angleterre, ont porté l'attention vers cet objet qui peut avoir des applications utiles dans un pays tel que la Suisse, coupé de rivières torrentueuses et de ravins profonds, où il est impossible de construire des ponts ordinaires sans se jeter dans des dépenses considérables. On a saisi avec empressement, l'idée que vous avez eue conjointement avec Mr. le Prof. De Candolle, de construire en fil de fer, les ponts de piétons, qui doivent établir une nouvelle communication entre deux promenades très-fréquentées de la ville de Genève; Mr. Seguin d'Annonay, à qui nous sommes redevables des premiers essais en ce genre, et qui déjà a présenté au Gouvernement de France, un projet de pont suspendu capable de porter voitures, s'est rendu à votre invitation; il est venu à Genève, pour arrêter avec moi, les bases d'un pont conforme à ses principes; et je me suis vu à la veille de le faire exécuter sans avoir à cet égard, d'autres lumières que celles qui ont pu résulter des communications pleines d'obligeance, de l'Ingénieur aussi désintéressé que modeste, qui a bien voulu nous consacrer quelques jours d'un temps qu'il emploie si utilement dans son pays.

Mais il y a loin d'un projet ébauché à l'exécution. Les détails sont assez importans à connoître, pour qu'il y ait de la témérité, même de la part du plus habile, à entreprendre une chose nouvelle sans avoir fait auparavant toutes les expériences qui peuvent paroître nécessaires, consulté les maîtres dans les parties qui les concernent, et profondément médité sur tous les moyens à employer dans la mise en œuvre. Je me suis donc livré à une série d'épreuves sur la force des fils de fer de grosseurs différentes; j'ai cherché à apprécier l'influence des nœuds, des boucles et des ligatures; celle d'une température de plusieurs degrés au-dessous de zéro. J'ai mesuré aussi exactement que j'ai pu, l'allongement des fils sous la charge; et enfin j'ai fait exécuter un pont modèle, qui pût donner aux actionnaires, une idée exacte de celui auquel ils se sont intéressés. J'ai pu, ainsi, faire une première application des résultats de mes expériences et recueillir de nouveaux faits. J'ai de plus porté l'attention d'un maître habile sur ce nouveau genre de travail, et j'ai pu prendre plus de confiance dans les moyens d'exécution, que la réflexion m'a suggérés. C'est de ce qui est relatif à ce petit pont, que je vais vous entretenir.

Dans un local assez vaste, et à l'abri des curieux, j'ai fait placer, à la distance de trente-huit pieds, deux supports capables de résister à un grand effort; on y a attaché deux cordes en fils de fer, chacune de douze fils parallèles; liés de distance en distance; elles ont pris par leur propre poids, une courbure de quatre pieds et quatre pouces de flèche; c'est plus, proportionnellement, que n'aura le pont projeté. J'ai voulu laisser aux cordes cette grande courbure, pour m'assurer que le moyen que je veux employer pour attacher les fils verticaux, est parfaitement sûr; avec plus de tension des cordes, le pont auroit eu plus de stabilité. La chaînette que dessinoit chaque corde présentoit quelques iné-

galités, dues à la rigidité des fils et à leur peu de poids; les fils n'ayant que 1,85 millim. de diamètre, ne pèsent pas ensemble un kilog. par mètre courant de corde.

Les faisceaux suspenseurs étant ainsi placés, on y a attaché des poids jusqu'à la concurrence de douze quintaux; et la chaînette s'est transformée en un polygone funiculaire, dont la partie inférieure est descendue de trois pouces six lignes au-dessous du point le plus bas de la précédente courbe; mais alors la corde s'étoit tendue, et les côtés du polygone présentoient des faisceaux serrés et d'une égale tension dans tous leurs fils. Ceci montre combien il est nécessaire de tendre fortement les cordes avant que d'y suspendre le pont. Après la charge, la flèche de courbure due à un excédent de quatorze pouces de l'arc sur la corde, étoit de quatre pieds sept pouces et six lignes.

On a ensuite suspendu onze traverses en bois de sapin, de trois pouces, sur quatre, d'écarissage, et de trois pieds huit pouces de longueur, chacune portée par quatre fils. Trois longrines de même écarissage, composées de plusieurs pièces assemblées bout à bout, ont été clouées sur les traverses; et on a recouvert le tout d'un plancher de sapin de trois pieds de largeur, et d'environ trente-huit de longueur. Le corps du pont ainsi exécuté, on a coupé les ficelles qui portoient les poids, et il s'est trouvé suspendu, mais non encore arrêté par ses extrémités. En cet état, le plus léger choc imprimé au milieu du tablier du pont, occasionnoit aux extrémités des vibrations telles qu'elles faisoient craindre la rupture des poutrelles, ou des fils de suspension. Il est donc bien nécessaire de fixer très-solidement aux culées les deux extrémités du tablier. La flèche de courbure des cordes diminua d'un pouce, quand la charge de douze quintaux fut enlevée, et que les cordes n'eurent plus à supporter dans le tablier, que la moitié de ce poids.

Deux chevalets établis solidement, en façon de culées, reçurent les extrémités des poutrelles, qu'on ne fit porter que sur une longueur de trois pouces, pour laisser au vide du pont le plus de grandeur possible ; il eut ainsi trente-sept pieds. Dès que le pont fut fixé de la sorte ses vibrations diminuèrent beaucoup, mais cependant ne cessèrent pas. Un poids un peu considérable, placé au quart de la longueur du pont, occasionnoit un abaissement sensible de ce côté, et un relèvement proportionné dans la partie corre spondante de l'autre extrémité. Cela m'a démontré la nécessité de brider le pont à chaque bout, pour empêcher ce relèvement, d'où naissent les vibrations qui compromettent la solidité; ou de donner au tablier une force telle que ce danger ne soit plus à craindre. J'ai fait l'équivalent au pont-modèle; c'est-à-dire, que je l'ai bridé par quatre fils attachés à de grands poids, et il a dès lors acquis un degré de solidité rassurant. Une secousse lui imprime encore des vibrations assez considérables; mais elles sont d'autant moins fortes que le pont est plus chargé. Cette remarque me conduit à ne pas donner trop de légéreté au pont projeté. Il faut que son tablier présente un systême capable de s'opposer en grande partie à la flexion et qui donne aux cordes une grande tension.

J'aurois pu donner à notre petit pont plus de stabilité en faisant ses poutrelles d'une seule pièce et plus fortes, mais je n'aurois pas pu m'apercevoir aussi bien de ce qui est à éviter dans ces sortes de constructions.

Je m'étois assuré que le pont-modèle pourroit porter une vingtaine de personnes à la fois sans danger; j'y en ai vu quinze, sans que le systême changeât de forme et que le tablier prît une courbure sensible (1). Cette grande force ne

(1) Il a été soumis à de rudes épreuves de la part de ceux qui sont venus le voir depuis; ils y ont fait des marches militaires, et des sauts à faire trembler la maison ; le pont a toujours résisté.

peut être attribuée qu'aux vingt-quatre fils des cordes ; car les longrines, composées de plusieurs pièces, fléchissoient, comme je l'ai déjà dit, sous le même poids.

Relativement au calcul de la force du pont, de la longueur des cordes, et de la flèche de courbure, je dois dire que l'équation de la chaînette, peu commode à employer, n'est non plus vraiment utile que pour déterminer exactement la flèche de courbure; car, pour la longueur de la corde entre les deux points de suspension, la chaînette peut être remplacée, sans erreur sensible, par un arc de cercle admettant les mêmes tangentes aux points de suspension. Je n'ai trouvé que 0m.74 d'erreur pour une corde de 203m,56 c'est un $\frac{1}{276}$ de la longueur totale; et certes, on ne se hasardera jamais à tendre une corde sans prendre une latitude plus grande. Dans l'exemple qui m'a donné le résultat précédent, j'ai mis les deux points de suspension à 200 mèt. de distance, et j'ai supposé que la tangente à la courbe en chacun de ces points faisoit avec l'horizon un angle de 18 degrés; j'ai pris de plus un kilogramme pour le poids d'un mètre de corde.

J'ai dit que quand il est question de calculer la flèche de courbure, ou, en d'autres termes, l'ordonnée la plus grande de la chaînette, on ne pouvoit pas sans erreur remplacer cette courbe par un arc de cercle ; en effet, l'équation de la chaînette donne, en suivant toujours le même exemple, 16m,14 pour la flèche ; tandis que l'arc de cercle la fait de 16m,66; la différence est de 0m,42, environ $\frac{1}{38}$ de la flèche elle-même. C'est beaucoup, quand il s'agit de calculs rigoureux.

J'ai enfin trouvé, en me servant toujours de l'équation de la chaînette, que si la corde de 203m.56 venoit à s'allonger d'un mètre, par une cause quelconque, le point inférieur de la courbe ne descendroit que de huit centimètres.

On voit donc que, du moment où les cordes ont pris la tension que le poids dont on les charge peut leur donner, on n'a plus à craindre d'allongement, et par conséquent de variation sensible dans la situation du milieu du pont: s'il est horizontal il restera horizontal, ou bien il conservera la courbure qu'on lui aura donnée dans l'origine. Les fils ne s'allongent que d'un $\frac{1}{350}$ lorsqu'ils sont près de se rompre. La dilatation due aux plus grandes chaleurs est encore bien moins sensible. Ainsi, on doit être rassuré sur cette cause de variation dans la forme du pont; et l'on peut affirmer que les ponts suspendus en fil de fer s'altèreront moins en ce sens que ceux de bois, quelque soit le système adopté pour ces derniers. Je ne crains que la rouille pour les fils; mais j'espère que nos chimistes trouveront un moyen sûr et peu coûteux de les en garantir.

L'allongement de 0m,08 qu'éprouve la flèche de 16m,14 lorsque la corde de 203m,56 s'allonge d'un mètre est exprimé par la fraction $\frac{1}{200}$; mais, un mètre divisé par 203,56 donne aussi pour quotient, à très-peu près, la même fraction; on voit donc que pour un foible allongement de la corde, la flèche est restée proportionnelle à l'arc; et c'est là une propriété générale précieuse pour la pratique, qui se démontre de la manière suivante.

Si on appelle f la flèche de courbure, S la demi longueur de la corde, α l'angle que fait avec l'horizon la tangente à la courbe au point de suspension, on aura:

$$f = \frac{S}{\sin\alpha}\ (1 - \cos\alpha)$$

Or, pour un léger allongement de la corde, l'angle α ne varie pas d'une manière sensible; car sa valeur est donnée par l'équation

$$\sin \alpha = \frac{p . S}{A}$$

dans laquelle p est le poids d'un mètre de corde et A la tension de la corde au point de suspension. Si donc f' représente la nouvelle flèche de courbure correspondante à une longueur de corde S', peu différente de S, l'équation donnera :

$$f' = \frac{S'}{\sin \alpha}(1 - \cos \alpha)$$

Ainsi, on aura en comparant, $\frac{f}{f'} = \frac{S}{S'}$, c'est-à-dire : *que les flèches sont proportionnelles aux longueurs des cordes*, dans les circonstances que nous avons supposées.

Vous me pardonnerez la sécheresse de cette note, écrite fort à la hâte, en considération de la nouveauté et de l'importance du sujet.

Agréz, monsieur, etc.

G. H. DUFOUR, Lieut.-Colonel du Génie.

MÉLANGES.

Rapport fait a la Société Helvétique des Sciences naturelles assemblée à Berne le 24 Juillet 1822, sur les travaux du glacier du Giétroz, par Ignace Venetz, Ingénieur, Membre de la Société.

La déplorable catastrophe qui désola le 16 juin 1818 la vallée de Bagnes, ainsi que les Communes de Sembrancher, Bovernier et Martigny, a engagé les bienfaiteurs qui ont contribué par leur dons au soulagement de ces Communes, à en destiner une partie aux mesures qu'on pourroit prendre, pour prévenir le retour de pareils malheurs.

Plusieurs moyens ont été proposés; mais les difficultés, et même les dangers que l'exécution de chacun de ces projets présentoit, ont déterminé le Gouvernement de notre Canton à inviter MM. le Conseiller d'Etat Escher de Zurich; le Professeur Trechsel de Berne; et Mr. de Charpentier, directeur des mines à Bex; tous membres de notre Société, à se rendre en 1820 sur les lieux, afin d'y examiner quel seroit le moyen le plus efficace de parvenir au but proposé.

La Commission composée de ces trois savans, après un mur examen, a reconnu, qu'aucun des moyens mis en pratique, jusqu'à l'époque de sa visite, ne pouvoit promettre un résultat entièrement satisfaisant. Elle a proposé d'essayer l'effet de la poudre, soit pour détruire, soit pour diviser cette énorme masse de glasse.

En conséquence, le Gouvernement de notre Canton s'em-

pressa de m'envoyer l'année dernière sur ce glacier, aussitôt que la saison put le permettre, pour faire les essais indiqués par la Commission.

Je me pourvus des instrumens nécessaires pour enfoncer des mines de plusieurs livres à une profondeur considérable (même jusqu'à quarante pieds), dans la glace. Mais la difficulté d'y mettre le feu, m'a tellement gêné, que je n'ai jamais pu parvenir à les faire partir, au-delà de cinq pieds de profondeur; j'y logeois des bouteilles de verre, remplies de poudre, qui détachoient des masses assez considérables, quand elles se trouvoient au bord d'une coupure verticale; cette année encore j'y ai procuré des explosions qui ont détaché plus de mille pieds cubes à la fois.

Le moyen de la poudre n'est donc point à négliger; il pourra par la suite et dans d'autres circonstances, être d'une grande utilité, quoique très-coûteux; mais pour une masse qui contient au-delà de cent trente millions de pieds cubes de glace (mesure de France), masse qui peut journellement s'accroître par les débris qui tombent du glacier supérieur; ce moyen ne pouvoit mener à un résultat satisfaisant; d'autant plus qu'il est impossible d'établir les ouvriers dans des précipices, où à chaque instant, ils peuvent être écrasés par les fragmens du glacier supérieur.

Quand on charge la mine de trop bas, elle ne détache qu'un cône renversé qu'elle jette en l'air.

Il me falloit donc songer à un autre expédient. Voici ce qui m'a conduit à l'idée de celui qui est en action dans ce moment, et au moyen duquel j'ai déjà réussi à diminuer considérablement cette énorme et redoutable barrière de glace.

Pour me rendre un peu plus intelligible, je vous invite à jeter les yeux sur un papier découpé, qui représente la coupe transversale du vallon et du glacier, depuis Pierrevire jusqu'au commencement du glacier supérieur du Giétroz (1).

(1) Voyez la figure à la fin de l'article.

Avant de parler de ces travaux, il est peut-être à propos d'expliquer brièvement, comment cette barre a été formée, quels étoient les travaux faits avant la débacle; et ce qui est arrivé, à la suite de ces opérations en 1818.

En 1805 le glacier inférieur du Giétroz n'existoit point; la glace tombant du glacier supérieur étoit constamment emportée par la Dranse, sauf quelques blocs que l'on appercevoit épars cà et là. Ce ne sont que les années froides et abondantes en neiges survenues depuis cette époque, qui ont donné naissance à ce nouveau glacier, de la manière que je vais indiquer.

Le glacier supérieur du Giétroz se termine sur un rocher perpendiculaire, de deux cents quatre-vingt-quatorze pieds de hauteur, au pied duquel se trouve une pente roide, en forme de couloir, qui amène la glace tombante, jusqu'à la Dranse. Les glaces qui se détachent de ce glacier à mesure qu'il s'avance sur le bord du rocher vertical, sont devenues si abondantes, qu'elles ont pu suspendre le cours de la Dranse pendant quelques momens, quoiqu'elles soient presque réduites en poudre en tombant du haut de ce rocher sans rien toucher, et qu'elles arrivent à la Dranse en forme d'avalanche de neige.

Les filtrations des eaux ont bientôt procuré à la Dranse un passage libre, sous cette nouvelle barrière, qui a reçu de nouveaux renforts dans les chûtes de glace qui ont suivi les précédentes. Ces chûtes ont encore intercepté la Dranse pour quelques momens, en même temps qu'elles ont augmenté le volume du glacier, qui, par les filtrations des eaux, et par le froid de l'hiver suivant, s'est finalement converti en un glacier massif et compacte. D'autre part, l'augmentation progressive du glacier supérieur qui, par la série des années froides de 1815, 16 et 17, s'est tellement accru, qu'en 1819, il avoit encore à son bord deux mille quatre cents pieds de

largeur, et cent cinquante-sept pieds d'épaisseur au milieu, l'a fait avancer d'une manière étonnante. Les avalanches de glace que cette marche progressive a produites, fermèrent déjà en 1817, le passage que la Dranse s'étoit constamment maintenu par dessous le nouveau glacier, qui par l'accumulation de ces mêmes avalanches de glace devenoit toujours plus formidable.

Il se forma en conséquence de cet obstacle au cours de la rivière, un lac de plus de deux mille pieds de longueur, qui put cependant se frayer un passage assez libre par dessous le glacier, et s'écoula le 27 mai de la même année sans causer de grands dommages.

Au commencement de l'année 1818, le cours de la rivière se trouva de nouveau intercepté. On entreprit une galerie de six cent quatre-vingt-dix pieds à travers le glacier, dans la vue de procurer un écoulement à soixante pieds plus bas, de la hauteur nécessaire pour que le lac se vidât par dessus le glacier. Cette galerie étoit achevée, elle avoit même rabaissé le lac de quarante-six pieds (en tout, cent six pieds) et, sans une grande masse de terre éboulée, qui se trouvoit entre le rocher du Mauvoisin et le glacier, il se seroit probablement écoulé sans accidens.

Ces terres mobiles furent rapidement emportées par les eaux sortant de la galerie, et emmenées par la pente du glacier contre le Mauvoisin. La galerie étant à quelque distance de ces terres, empêchoit cependant leur excavation trop subite sur toute la longueur de la barre, et en suspendit pendant soixante heures la rupture, qui probablement auroit eu lieu dès la première heure, si l'eau eût pu passer par dessus le glacier, ainsi que cela eut lieu depuis la sortie de la galerie jusqu'à la fin du glacier, où toute la glace et les terres sur lesquelles elle s'appuyoit, furent emportes le premier jour.

Il se forma une grande cascade à la sortie de la galerie, et le réjaillissement de l'eau minoit la terre par dessous le glacier. Cette circonstance faisoit tomber de grandes masses de glace, qui diminuoient la longueur de la galerie, tellement qu'au bout de soixante heures, la terre humectée par le lac, n'étant plus capable de soutenir le poids de l'eau, fut renversée. L'écroulement de la glace qui s'appuyoit sur cette terre, ayant eu lieu immédiatement après la rupture, la débacle de ces terres et de cette glace qui s'ensuivit causa des maux incalculables.

Je dois ici, rappeler une observation que j'ai eu occasion de faire pendant l'exécution de la galerie, et qui dans le cas d'une nouvelle formation d'un lac pareil, pourroit être d'une grande importance.

Il est douteux que la débacle eût été retardée jusqu'à-ce que le lac pût s'élever assez pour se vider par dessus le glacier; car les eaux qui s'infiltrant dans la terre, qui formoit sa paroi du côté de Mauvoisin, sont parvenues à détacher le 27 du mois de mai, et dans la nuit du 10 au 11 juillet, des masses énormes de leur barrière, qui l'ont raccourcie de plus de six cents pieds, chaque fois la surface du lac fut entièrement couverte de glaçons dont on voyoit des blocs de plus de cinq cent mille pieds cubes. Si le lac se fût élevé davantage, un troisième soulèvement du même genre auroit pu avoir lieu; alors le reste du glacier n'auroit pas eu partout la force nécessaire pour résister au poids de l'eau, et je présume qu'elle auroit pu le renverser subitement. La tradition populaire confirme cette idée, puisqu'en 1595 cette barre doit avoir été soulevée en masse, comme le même événement a, dit-on, eu lieu, avec formation, et écoulement d'un lac, dans la vallée de Viège.

La débacle de 1818 n'a peut-être pas emporté la ving-

tième partie du glacier inférieur. La rive droite de la Dranse demeura encore bordée par une masse de glace qui avoit plus de trois cents pieds de hauteur. Cette masse ne tarda pas à se former en talus, et à laisser tomber des blocs formidables, dessous lesquels la Dranse fut de nouveau forcée à se frayer un passage. Les avalanches presque continuelles du glacier supérieur ont achevé de recombler le vide fait par le passage des eaux du lac, et à la fin de 1819 cette barrière étoit presque aussi complète qu'avant sa rupture. Revenons maintenant aux travaux qui s'exécutent dans l'intention de détruire cette nouvelle accumulation.

L'ancien cours de la Dranse étoit, avant la débacle, plus voisin du Mont pleureur qu'il ne l'est à présent. A l'entrée et à la sortie de ce glacier, elle a encore une certaine tendance à reprendre son ancien lit. Cette tendance a considérablement élargi le lit de cette rivière, à son entrée et à sa sortie de dessous le glacier. C'est une espèce de poudingue qui empêche la Dranse de retourner entièrement dans son vieux lit.

Déjà à plusieurs reprises, j'avois observé que le glacier ne pourroit pas se soutenir dans les endroits où la Dranse avoit une certaine largeur. Cette observation m'a suggéré des idées dont plusieurs ont été examinées par la Commission et que j'ai reconnu moi-même inexécutables. Il me sembloit cependant que ces brèches, remplies chaque hiver, et toujours renouvelées pendant l'été, devoient me conduire à une découverte utile. Considérant que la glace formoit une voûte par dessus la Dranse, aussitôt que la rivière devenoit plus étroite, j'ai cherché un moyen de faire disloquer cette voûte, et d'amener, par terre, de l'eau venant d'une grande distance, acquérant dans sa route un certain degré de chaleur, et qui, conduite sur la glace en dissoudroit telle partie sur laquelle on l'auroit dirigée. Tel a été mon nouveau procédé.

Le Gouvernement de notre Canton ayant adopté mon projet, a fait creuser un canal dans la montagne de l'Alia; ce canal conduit les eaux des sources de cette montagne, ainsi que celles des fontes de neige, par les précipices de Pierre-vire, jusqu'au Mauvoisin, vis-à-vis le point le plus élevé où le glacier s'appuie contre cette montagne. Là, on prend cette eau par des chenaux en bois soutenus à une certaine hauteur et on la conduit sur le glacier, et par dessus la glace parallèlement à la direction longitudinale de la vallée, sur les extrémités, c'est-à-dire, au-dessus de l'entrée et de la sortie de la Dranse. L'eau ainsi divisée en deux conrants, dont l'un tombe à-peu-près sur l'un, et l'autre sur le bord opposé de la Dranse, creuse des sillons très-profonds dans la glace; lorsqu'ils sont parvenus jusqu'à la rivière, on recule les chenaux de quelques pieds, et par ce moyen l'eau fait l'effet d'une scie, qui divise la glace, et force la portion qui se détache de la masse entre les deux courants à tomber dans la Dranse.

Quand le temps est beau, cette eau agit avec une force surprenante; elle perce en vingt-quatre heures un trou de deux cents pieds de profondeur et six pieds de largeur. Les deux courants d'eau qui se trouvent à chaque extrémité du glacier, sont à-peu-près à trente pieds l'un de l'autre. Ils dislosquent dans ce cas, de chaque côté, trente-six mille pieds cubes par vingt-quatre heures, en tout septante-deux mille par jour, sans compter ce qui tombe sur les accotemens, et qui en fait la plus grande partie. Je ne crois donc pas exagérer, si j'avance que cet établissement enlève journellement, une moyenne de cent mille pieds cubes de glace de cette barrière; si le temps est favorable, nous pouvons espérer que dans un terme de trois années, elle sera totalement anéantie.

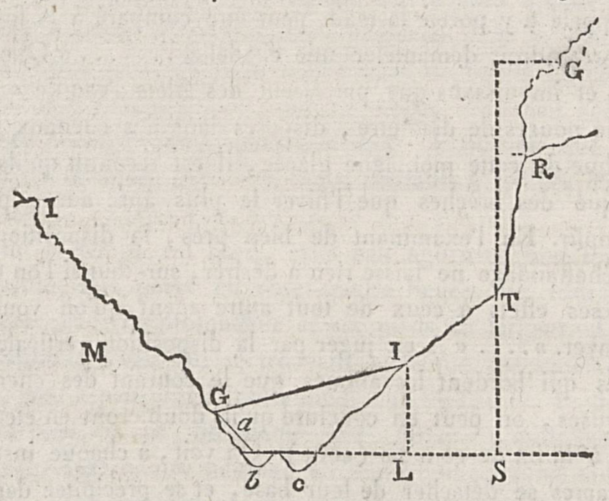
Addition de l'Editeur.

Nous avons sous les yeux le Rapport d'une Commission nommée par le Gouvernement du Canton de Valais pour examiner les résultats du procédé de Mr. Venetz. Nous en extrayons les particularités suivantes. La pièce est datée du premier d'août dernier.

« Quoique familiarisés (disent les Commissaires), avec ces localités sauvages, nous n'avons pu nous défendre d'une impression qu'on éprouve chaque fois que leur aspect se renouvelle, en considérant que cette masse est tellement énorme qu'elle semble défier tous les efforts humains, et que l'homme qui est appelé à y porter la main peut être comparé à la fourmi qui prétendroit démanteler une citadelle. . . . . . . « Quelque frêles et impuissans que paroissent des filets d'eau de quatre à cinq pouces de diamètre, disposés dans des chenaux pour l'attaque de cette montagne glacée, il est reconnu qu'ils ont pratiqué des brèches que l'hiver le plus âpre auroit peine à remplir. En l'examinant de bien près, la disposition de cet échaffaudage ne laisse rien à désirer, sur-tout si l'on compare ses effets à ceux de tout autre agent qu'on voudroit employer. » . . . . « A en juger par la disposition verticale des parois qui bordent les abîmes que le courant des chenaux a creusés, on peut en conclure qu'ils doubleront en étendue d'ici à la fin de ce mois (août). On voit, à chaque instant, des lames se détacher de leur base, et se précipiter dans la rivière qui coule au bas, avec des détonations semblables à des décharges de grosse artillerie ; et nous avons vu partir, pour ainsi dire, sous nos pieds, une coupure faite d'àplomb par la cascade parallèle de deux chenaux de neuf pieds d'épaisseur, vingt-sept pieds de largeur, et cent quatre-vingt de profondeur; ce spectacle est l'un des plus imposans dont nous ayons jamais été témoins. »

A l'occasion de ce Rapport, l'auteur du procédé simple et ingénieux dont nous avons donné les détails, nous mande, « qu'à la fin de la saison, la Dranse n'est restée couverte que sur une longueur de quatre-vingt toises (de sixpieds) au lieu de cent, largeur du glacier à l'époque de la visite de la Commission; et de deux cent vingt-cinq toises lorsqu'on commença à attaquer la glace par les courans d'eau réchauffée par le soleil. J'évalue, ajoute-t-il, la diminution de la glace occasionnée par les travaux de ce genre, exécutés dans la campagne de 1822, entre onze et douze millions de pieds cubes. »

Esquisse d'une coupe transversale du Val de Bagne.



M Mont Mauvoisin	LI =	736 pieds
P Pierre à Vire	ST =	1312
R Rochers de Getroz	TR =	294
G' Glacier supérieur	RG' =	157
Gl Glacier inférieur		

a Amas de terre emporté par la débacle de 1818.
b Nouveau lit de la Drance.
c Ancien lit.

EXTRAIT D'UNE LETTRE DE GÈNES SUR LA TROMBE DE PLUIE TOMBÉE LE 25 OCTOBRE.

LA gazette de Gènes ayant fait mention de *trente pouces* de pluie tombée dans la journée du 25 octobre, et une quantité aussi inouïe nous ayant paru devoir être attribuée à quelque faute d'impression, nous avons prié un négociant de nos amis, qui réside à Gênes, de nous procurer quelques informations à cet égard; il s'est adressé à Mr. Pagano, observateur exact, qui lui a fait la réponse suivante.

Gènes, 23 *nov*.

Mr.

LA quantité de pluie tombée dans l'orage du 25 octobre dernier, et portée à trente pouces dans la gazette de Gènes, est bien celle qu'on a voulu indiquer. Il n'y a pas en cela erreur d'impression, et s'il y en a une, ce qui est fort difficile à vérifier, elle n'est, selon moi, que très-peu considérable; c'est par cette raison cependant qu'on ne la donne que comme calculée par approximation.

C'est le hasard qui m'a fourni les données de ce calcul; je vais vous les indiquer, afin que vous puissiez juger vous-même de la confiance qu'elles méritent. Deux sceaux de bois presque cylindriques, dont l'un de vingt-quatre et l'autre de vingt-six pouces de hauteur, qui m'avoient servi pour quelques expériences sur la vendange, étoient restés vides dans mon jardin. La pluie du vendredi 25 octobre n'avoit pas encore cessé de tomber que déjà ils en étoient remplis. Un calcul semblable m'a été fourni par un bassin adjoint à

une pompe; d'après ces observations, j'ai estimé que la quantité qu'on n'a pu mesurer s'élevoit bien à quatre pouces, ce qui porte à trente la totalité. Je pourrois ajouter d'autres indices; par exemple, celui tiré d'une très-grande citerne dans laquelle l'eau s'est élevée de quinze palmes, tandis que dans les plus grandes pluies elle ne monte que de deux à trois.

Le fait est, qu'on a cru au retour du déluge, et si vous avez été assez curieux pour vous rendre sur les remparts vous aurez pu remarquer que l'eau qui a recouvert la plaine des *Orti* et la *Pila*, à treize palmes de hauteur, n'étoit pas simplement une inondation, mais un fleuve de quinze cents pieds de largeur, dont l'eau formoit plusieurs courans qui se précipitoient avec une très-grande vîtesse, ce qui peut donner la mesure de la quantité de pluie vraiment extraordinaire qui est tombée dans la seule *vallée du Bisagno;* l'orage n'a pas dépassé à l'est le vallon et à l'ouest les hauteurs de la Polcevera et s'est étendu très-peu au nord.

J'ai regret, Mr., de ne pouvoir vous donner des renseimens plus précis, mais je suis forcé de me borner à des approximations.

J'ai l'honneur d'être, etc.

RAPPORT A MR. LE MAÎTRE DES REQUÊTES, PREFET DU Département des Vosges, sur l'*aërolithe* tombé dans la commune de la Baffe, le 13 septembre courant, par le Régent de physique soussigné, envoyé sur les lieux pour recueillir les circonstances et les preuves de ce phénomène (1).

« On se souviendra long-temps, dans les Vosges, des orages désastreux de 1822; celui du 13 septembre, terrible en appa-

(1) Extrait des *Annales de Physique et de Chimie*.

rence, mais nullement malfaisant dans ses effets, sera un des plus intéressans aux yeux des physiciens. »

» Dès quatre heures du matin, cet orage s'éleva sur l'horizon du Département, du côté de l'ouest-sud-ouest. L'air étoit calme, sec et éminemment électrique : les nuages étoient hauts, leurs formes menaçantes, leur direction variable ; ils n'étoient point réunis en grandes masses, mais groupés çà et là de la manière la plus pittoresque ; ils obstruoient tout le midi et le couchant ; l'orient seul restoit, mais bientôt son azur s'obscurcit ; jamais l'aspect du ciel n'avoit été plus sinistre qu'au soleil levant. »

» Les éclairs étoient d'une fréquence et d'une vivacité peu communes ; plusieurs offroient les corruscations les plus brillantes, et telles que chacun les remarqua comme un fait extraordinaire : un grand nombre se dirigeoit vers la terre par des lignes brisées plus ou moins obliques. »

» Le bruit du tonnerre étoit singulier ; entendues de loin, les détonations étoient brusques, peu prolongées, et se répétoient à des intervalles très-courts. On eût dit le bruit lointain du canon. Entendus de près, les coups les plus forts se bornoient à un sifflement analogue à celui des fusées d'artifice, entrecoupé de déchiremens et de craquemens, et terminé par une succession de pétards, comme un feu de peloton mal exécuté. »

» A sept heures du matin, cet orage étoit parvenu sur la commune de la Baffe, canton d'Epinal, à deux petites lieues à l'est de la ville. Les faits généraux que nous venons de décrire y furent remarqués comme partout ailleurs ; mais en voici d'autres particuliers à cette localité, et beaucoup plus dignes de l'attention des savans. »

» Les habitans restés dans leurs foyers, et bien mieux encore ceux répandus en grand nombre dans la campagne, entendirent tout-à-coup dans le ciel, et non sans un grand

étonnement, un bruit analogue à celui d'une voiture neuve ou mal graissée, qui descendroit avec vitesse le long d'un chemin raboteux et couvert de cailloux. Sa direction étoit du sud-ouest au nord-est, comme celle de l'orage, et dans un plan incliné à l'horizon; sa durée fut de sept minutes au moins; sa force augmentoit à mesure que le météore s'approchoit, et parvint enfin à une intensité effrayante. Il a été entendu non-seulement des habitans de la Baffe, mais aussi dans les communes environnantes; il étoit très-distinct du bruit du tonnerre, qui pendant le même temps grondoit en différens points du ciel.»

»Le nommé Nicolas Etienne, ancien militaire et aujourd'hui cultivateur à la Baffe, revenoit alors de Docellet, avec sa voiture vide, attelée de bœufs; parvenu à un quart de lieue du village et entendant, malgré le bruit de sa voiture, ces roulemens étranges se diriger sur lui, il crut prudent de s'arrêter. Il dit avoir entendu alors un cliquetis analogue à celui d'un grand nombre de bouteilles que l'on briseroit, mêlé au bruit principal, qu'il compare à celui d'un obus, puis une explosion sourde et profonde, au moment où le météore frappa la terre. Il assure aussi avoir vu ce météore s'éclater à l'instant du choc, et plusieurs débris se diriger exclusivement du côté opposé à celui d'où venoit l'orage. Mais l'aërolithe lui-même, encore en l'air, échappa à sa vue, sans doute à raison de sa grande vitesse. Il assure aussi que l'explosion ne fut ni accompagnée, ni immédiatement précédée d'éclairs ni d'aucune autre apparence lumineuse.»

»Remis de sa frayeur, Etienne descendit de sa voiture, et alla visiter le lieu de l'explosion situé sur le chemin même et à douze pas, au plus, en avant de la tête de ses bœufs. Il y trouva un trou rond pratiqué dans le pavé; les parois en étoient enfumées; le fond contenoit les débris d'une masse

de pierre, noircie à sa surface postérieure, grise en dedans, grenue, friable, parsemée de points brillans et de filets ferrugineux à l'état métallique, déprimée à sa surface inférieure, irrégulièrement arrondie dans les autres points, autant du moins que l'on peut en juger par la juxtà-position des morceaux qui restoient ; car un grand nombre avoit jailli dans les champs voisins. Il pense que le volume total de cet aérolithe pouvoit être comparé à celui d'un boulet de six ; il n'osoit y toucher, dans la crainte de se brûler ; mais l'ayant mouillé, il n'éprouva qu'une chaleur très-supportable. »

» Le moment de l'apparition de ce phénomène fut celui où le front de l'orage arriva au zénith, tout resplendissant de feux électriques. Le tonnerre avoit grondé avant, et il gronda avec la plus grande force, quoique souvent d'une manière insolite ; la pluie qui commençoit à tomber devint plus violente ; Etienne ramassa ces pierres de foudre (c'est ainsi qu'il les appelle), remonta sur sa voiture et se hâta de regagner sa maison. »

« Vingt cultivateurs qui travailloient dans le voisinage à la récolte des regains ont vu Etienne s'arrêter et exécuter tous les mouvemens ci-dessus relatés; comme lui, ils ont entendu les roulemens raboteux et retentissans dont ils suivoient fort bien la direction ; ils ont tremblé à l'explosion finale, qui leur a paru enveloper un de leurs concitoyens des plus estimables ; ramenés comme lui à la maison, et par l'intérêt qu'ils lui portoient, et par la violence de l'ouragan, tous, grands et petits, se sont empressés d'aller le féliciter d'avoir échappé au péril, et examiner les objets qui lui étoient venus des régions éthérées. La plupart en ont pris des échantillons, en sorte qu'il ne lui en restoit plus qu'un, dont, à notre arrivée, il s'est empressé de faire hommage à M. le Préfet. »

« Nous nous sommes fait conduire sur le point précis où le

météore est tombé; c'est au milieu d'une plaine assez vaste, ouverte du côté du midi, entièrement cultivée, sans aucun arbre ni même de buissons. Nous avons reconnu que la nature du sol étoit sablonneuse, comme dans tous les environs, et qu'il n'y avoit que des grès et des cailloux roulés, sans aucune autre pierre. Il est constant aussi que l'air est resté calme pendant toute la durée de l'orage; ainsi la pierre en question n'a pu être transportée là par une trombe. »

« Le temps nous a manqué pour faire des recherches bien exactes dans le voisinage du lieu de l'explosion principale; mais ces bons habitans, tout joyeux de trouver l'occasion de faire quelque chose qui soit agréable à Mr. le Préfet, ont promis de fouiller non-seulement dans cet endroit, mais encore dans un pré attenant au village, et où l'on dit qu'il est aussi tombé quelque chose.

« Le présent rapport est certifié véritable, quant aux faits et aux circonstances physiques qui y sont relatés, par le sieur Demeuge, Maire de la Basse, et Nicolas Etienne, cultivateur au même lieu, lesquels l'ont signé avec le Professeur-Rédacteur, ainsi que le sieur Gehin, ancien sous-préfet, qui a accompagné ce dernier dans toutes ses opérations. »

Fait à Epinal le 19 septembre 1822.

Signé PARISOT; GEHIN.

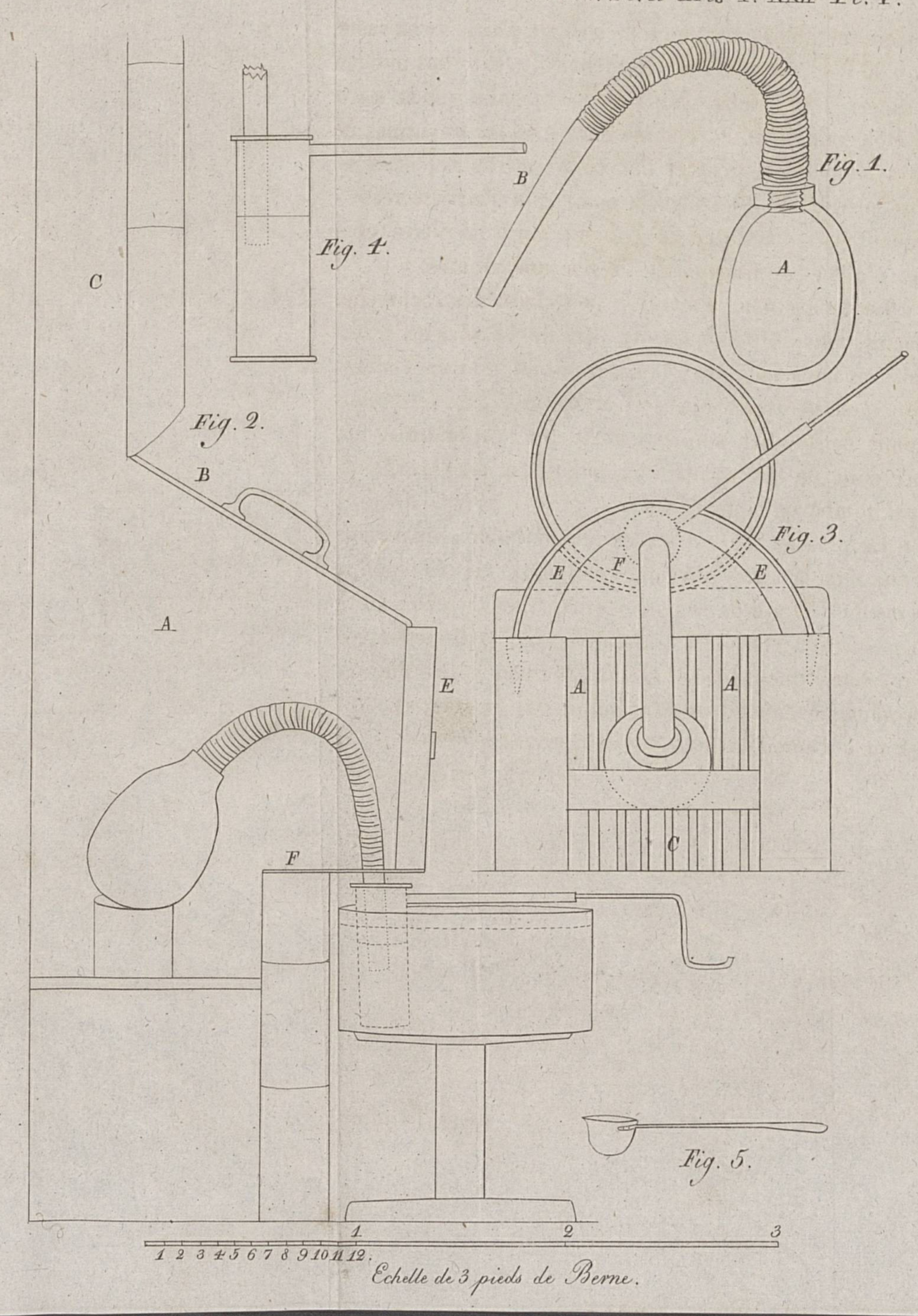


Fig. 1.
A
B
Fig. 4.
C
Fig. 2.
B
A
E
F
Fig. 3.
E
F
E
A
A
C
Fig. 5.
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12.
1.
2
3
Echelle de 3 pieds de Berne.

PHYSIQUE.

QUELQUES OBSERVATIONS SUR LES PRINCIPALES OBJECTIONS DE NEWTON CONTRE LE SYSTÊME DES VIBRATIONS LUMINEUSES ET SUR LES DIFFICULTÉS QUE PRÉSENTE SON HYPOTHÈSE DES ACCÈS. Communiquées aux Rédacteurs par Mr. A. FRESNEL.

UNE des objections les plus spécieuses que Newton ait faites contre le systême des vibrations lumineuses est sans doute celle où il compare la marche du son avec celle de la lumière, qui selon lui ne se répand jamais dans les ombres, tandis que le son se fait entendre derrière les obstacles placés entre le corps sonore et celui qui écoute.

Mais d'abord, il est inexact de dire que la lumière ne s'infléchit point dans les ombres ; les bandes brillantes et obscures qui subdivisent les ombres des corps étroits sont une preuve du contraire. Ces franges intérieures n'avoient pas échappé à l'attention de Grimaldi ; et il est surprenant que Newton n'en parle pas dans le dernier livre de son Optique, qu'il a consacré aux phénomènes de la diffraction. La lumière infléchie dans l'ombre devient encore plus sensible, quand le corps opaque, au lieu d'être un cylindre est une sphère ou un disque circulaire ; alors, on apperçoit au centre de l'ombre, un point lumineux entouré de petits anneaux alternativement brillans et obscurs, toutes les fois que le point éclairant est assez éloigné et qu'on reçoit l'ombre à une distance suffisante de l'écran, quelque soit d'ailleurs le diamètre de celui-ci. La partie éclairée dans le centre de l'ombre,

est d'autant plus étroite que le diamètre de l'écran est plus grand relativement à la distance où l'on reçoit l'ombre ; mais l'intensité de la lumière centrale reste à-peu-près la même.

L'affoiblissement de la lumière résultant d'une plus grande inflexion, quand on augmente le diamètre de l'écran, se trouve alors compensé par le plus grand nombre de rayons venant des divers points de sa circonférence.

Lorsque l'écran, au lieu d'être circulaire, est beaucoup plus long que large, ou très-étendu dans les deux sens, l'intensité de la lumière décroît promptement à partir du bord de l'ombre, à mesure que l'angle d'inflexion augmente. Mais cet affoiblissement rapide, loin d'offrir une objection contre le systême des vibrations lumineuses, en est une conséquence nécessaire, ainsi que nous allons essayer de le montrer en peu de mots.

On admet dans ce systême que les ondes lumineuses sont produites dans *l'éther* ou fluide universel, par les petites oscillations des molécules des corps éclairans, de même que le son est excité dans l'air par les vibrations des corps sonores. Les ondes lumineuses résultant des mouvemens oscillatoires, c'est-à-dire de mouvemens qui ont lieu alternativement dans deux sens opposés, devront en conséquence être composées, chacune de deux demi-ondulations parfaitement semblables quant à l'intensité des vîtesses absolues qu'elles impriment aux molécules éthérées, mais contraires quant aux signes de ces vîtesses ; c'est-à-dire, que si l'une pousse ces molécules en avant, l'autre les ramènera en arrière ; que si la première demi-ondulation les porte à droite, la seconde les portera vers la gauche, et précisément de la même quantité. Il résulte de là que lorsque deux séries d'ondes lumineuses, de même nature et d'égale intensité, se propageant suivant la même direction, diffèrent dans leur marche, d'une demi-ondulation, ou en général d'un nombre

impair de demi-ondulations, de manière qu'il y ait superposition des demi-ondes de signes contraires, l'effet d'une des séries doit être détruit par celui de l'autre, puisqu'elles apportent alors aux mêmes points de l'éther, des impulsions égales et en sens opposés; dans ce cas, la lumière ajoutée à la lumière produit l'obscurité. Cette loi remarquable, à laquelle Mr. Young a donné le nom de *principe des interférences* et qui se trouve démontrée ou confirmée maintenant par une multitude d'expériences diverses, paroît bien difficile à expliquer dans le systême Newtonien, d'une manière satisfaisante et qui s'accorde avec tous les faits connus; tandis qu'elle est au contraire une conséquence immédiate de l'hypothèse des vibrations, dont elle pouvoit être déduite d'avance, sans les indications de l'expérience.

Après avoir rappelé ce principe des interférences, dont on trouvera une explication plus détaillée dans le supplément à la traduction française de la chimie de Thomson par Mr. Riffault (1), nous allons l'appliquer au cas dont nous nous étions occupés d'abord, où les ondes émanées d'un point lumineux se répandent derrière un écran qui intercepte une partie de leur étendue.

Je supposerai, pour plus de simplicité, que le point lumineux est infiniment éloigné de l'écran; de sorte que les ondes incidentes seront sensiblement planes.

Soit AB un écran indéfini dans le sens AB et dans celui du bord rectiligne de cet écran projeté en A; soit CD le plan sur lequel on reçoit l'ombre, et AN la section faite par le plan de la figure dans la surface de l'onde, au moment où celle-ci atteint le bord de l'écran : AN sera la

(1) Voyez le chapitre sur la lumière, depuis la page 34 jusqu'à la page 48.

seule partie de l'onde qui puisse propager le mouvement lumineux, le reste étant intercepté par l'écran indéfini AB.

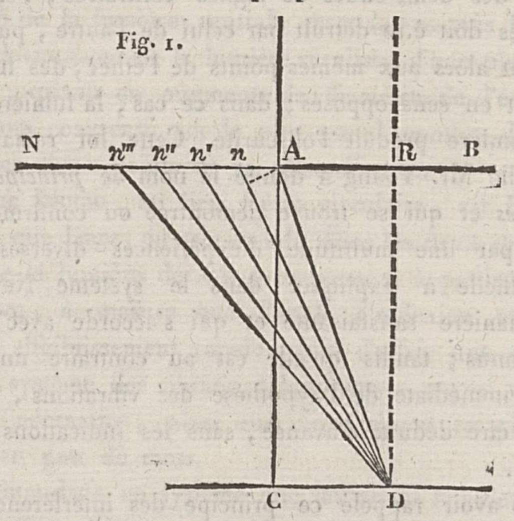


Fig. 1.

Il résulte du principe général de la composition des petits mouvemens, que si l'on conçoit la surface de l'onde divisée en une infinité d'élémens, et que l'on considère l'effet que chacun d'eux auroit produit en agissant isolément, le mouvement imprimé en un point quelconque D est la résultante statique de toutes les impulsions qui auroient été envoyées au même instant par chacun de ces divers centres d'ébranlement. On peut diviser la surface de l'onde en élémens infiniment petits, par deux suites de plans parallèles et perpendiculaires au plan de la figure. Nous n'allons considérer d'abord que les élémens compris dans le plan même de cette figure; et nous supposerons le point D, distant de l'écran d'un très-grand nombre d'ondulations lumineuses. Pour satisfaire à cette condition, il n'est pas nécessaire qu'il soit très-éloigné; puisque la plus grande longueur des ondulations lumineuses n'est pas d'un millième de millimètre (1).

(1) J'appelle *longueur de l'onde* l'espace parcouru par la lu-

Cela posé, divisons par la pensée l'onde AN en petites parties An, nn', $n'n''$, $n''n'''$, etc., telles que deux rayons menés de deux points de division consécutifs en D diffèrent d'une quantité égale à la longueur d'une demi-ondulation; alors deux points de divisions consécutifs quelconques, $n''n'$, considérés comme des centres d'ébranlement, enverroient en D, s'ils agissoient isolément, deux systêmes d'ondes élémentaires, dont l'un seroit en retard sur l'autre d'une demi-ondulation. Il en seroit de même de tous les autres points correspondans des deux parties $n''n'$ et $n'n$. Maintenant, vu la grande distance de D comparée à la longueur d'une ondulation lumineuse, les parties nn' et $n'n''$ seront très-petites relativement à cette distance; ensorte que les rayons qu'elles envoient en D pourront être considérés comme sensiblement parallèles et par conséquent égaux en intensité; car, quelque soit la loi, suivant laquelle varie l'intensité de l'onde élémentaire envoyée par chaque centre d'ébranlement, autour de ce centre, il est évident d'abord que ces variations devront être assujetties à la loi de continuité, et conséquemment négligeables pour des rayons ayant des directions peu différentes; si de plus l'onde incidente AN a la même intensité, dans toute l'étendue que nous considérons, on voit que les rayons sensiblement parallèles nD, n'D, n''D et tous les autres rayons intermédiaires auront la même intensité, pour des longueurs égales des élémens qui les envoient: Or, dès que l'obliquité de ces rayons sur l'onde AN est un peu prononcée, les deux parties nn' et $n'n''$ deviennent sensiblement égales, ainsi que tous les élémens correspondans,

---

mière pendant la durée des deux oscillations en sens contraire de la molécule vibrante qui la produit; c'est en effet l'étendue de l'espace où se manifestent simultanément toutes les impulsions successives que la molécule vibrante a imprimée à l'éther pendant une oscillation complète.

en lesquels on peut les concevoir divisées ; donc les systêmes d'ondes élémentaires correspondans, envoyés en D par ces deux parties de l'onde, sont presque exactement de même intensité ; mais de plus ils diffèrent dans leur marche d'une demi-ondulation ; donc ils se détruisent deux à deux et n'apportent point de lumière en D. L'on peut, à plus forte raison, négliger les autres rayons n'''D, etc. d'une obliquité encore plus prononcée. Mais il faut observer qu'en continuant ainsi indéfiniment, on aura négligé une infinité de quantités infiniment petites du premier ordre, qui peuvent équivaloir à une quantité finie ; c'est pourquoi, au lieu de supposer la lumière envoyée en D par la partie $n'n''$ de l'onde incidente, comme détruite par la lumière qu'y envoie la partie nn', il faut concevoir que les rayons qui émanent de chaque partie nn' sont détruits par la moitié (en intensité) des rayons correspondans qui émanent des deux parties contiguës nn' et $n''n'''$; parce que, si les intensités des rayons de ces trois parties de l'onde incidente diffèrent d'un infiniment petit du premier ordre, la différence d'intensité entre les rayons de la partie intermédiaire $n'n''$ et la demi-somme des rayons des deux autres parties contiguës nn' et $n''n'''$, ne sera plus qu'un infiniment petit du second ordre. Il est aisé de voir qu'en suivant ce systême de réduction, on rend aussi tout-à-fait négligeables les effets résultans du petit défaut de parallélisme des rayons correspondans des parties nn', $n'n''$, $n''n'''$.

Si l'écran AB n'existoit pas, le point D recevroit des rayons directs, tels que RD, perpendiculaire à l'onde, et près de R, les points de division correspondant à des différences d'une demi ondulation dans la longueur des rayons envoyés en D, seroient très-inégalement espacés ; car la géométrie démontre que les distances de D à ces points de division suivroient la progression $1, \sqrt{2}, \sqrt{3}$, etc., et les parties comprises entr'eux, $1, \sqrt{2}-1, \sqrt{3}-\sqrt{2}$, etc. On

voit qu'elles ne deviennent sensiblement égales qu'après un nombre considérable de demi ondulations, et c'est alors seulement qu'on peut négliger les rayons qu'elles envoient en D, comme se détruisant mutuellement. Mais D étant, par hypothèse très-éloigné de AB relativement à la longueur d'une ondulation, cette condition peut être remplie avant que les rayons aient une obliquité prononcée; c'est pourquoi l'on peut considérer, dans ce cas, tous ceux qui concourent efficacement à la production de la lumière en D comme sensiblement parallèles et d'égale intensité pour des élémens égaux de l'onde incidente. C'est au moyen de cette considération que je suis parvenu à calculer l'intensité de la lumière dans les circonstances variées que présentent les phénomènes de la diffraction et à donner une table de son décroissement par les rayons qui s'infléchissent dans l'ombre d'un écran indéfini. On trouvera cette table dans mon Mémoire sur la diffraction, page 350 du Tome XI des Annales de chimie et de physique.

Sans entrer dans le détail de ces calculs, il est aisé de concevoir, à l'aide de ce que nous venons de dire, pourquoi la lumière infléchie diminue rapidement d'intensité à mesure que l'obliquité augmente. Supposons que le point D soit déjà assez distant du bord de l'ombre pour que le rayon AD venant du bord de l'écran ait une obliquité prononcée, et que les parties A*n*, *nn'*, *n'n''*, etc. de l'onde incidente soient sensiblement égales entr'elles; alors le calcul de l'intensité de la lumière envoyée en D devient très-simple, puisqu'on peut considérer les rayons émanés de chacune d'elles, excepté A*n*, comme détruits par la moitié des rayons de la partie précédente et de la partie suivante. Quant à la partie A*n* qui touche l'écran, une moitié seulement de l'intensité de ses rayons est détruite par la moitié de ceux de la partie suivante *nn'*, et l'autre moitié va éclairer le point D:

ainsi, dans le cas que nous considérons, la lumière apportée en D est proportionnelle à An. Mais, appelant i l'angle CAD que le rayon AD fait avec la normale à l'onde, et λ la longueur d'une ondulation lumineuse ; puisque la différence np entre les rayons nD et AD est, par hypothèse, égale à une demi ondulation ou à $\frac{1}{2}\lambda$, on a, $An = \frac{1}{2}\frac{\lambda}{\sin i}$. Supposons, par exemple, que l'angle i soit d'un degré, et qu'on veuille calculer An pour les rayons jaunes les plus brillans, dont la longueur d'ondulation est $0^{mm},000,571$; alors on trouve que A $n = 0^{mm},033$; c'est-à-dire, que la seule partie de l'onde qui puisse envoyer de la lumière en D (et qui n'envoie que la moitié de ses rayons, affoiblis encore par la discordance entre les rayons extrêmes) n'est que de trois centièmes de millimètre; si l'obliquité étoit de 2°, An n'auroit plus qu'un centième de millimètre et demi ; pour 3° d'obliquité, An seroit réduit à un centième de millimètre. On voit avec quelle rapidité la partie éclairante de l'onde incidente diminue d'étendue à mesure que l'obliquité augmente.

A la vérité, nous n'avons considéré jusqu'à présent que la section de l'onde comprise dans le plan de la figure. Mais il est aisé de reconnoître qu'on arriveroit à des résultats semblables, en envisageant l'onde suivant les deux dimensions. En effet, supposons-la divisée par une suite de plans perpendiculaires au premier et infiniment rapprochés ; on pourra appliquer aux parties de l'onde qu'ils comprennent les raisonnemens que nous avons faits tout-à-l'heure pour la section de l'onde comprise dans le plan de la figure, en supprimant l'écran; l'on démontrera de même que les rayons d'une obliquité prononcée se détruisent mutuellement, et que ceux qui concourent efficacement à la production des vibrations lumineuses en D peuvent être considérés comme

sensiblement parallèles et d'égale intensité. Ces parties de l'onde, parallèles au bord de l'écran, étant indéfiniment étendues dans le cas dont nous nous occupons, où l'onde lumineuse n'est interceptée que d'un seul côté, l'intensité de la résultante de toutes les vibrations qu'elles envoyent en D sera la même pour chacune d'elles; car les rayons qui en émanent doivent être considérés comme d'égale intensité, du moins dans la partie très-peu étendue de l'onde génératrice, qui a une influence sensible sur la lumière envoyée en D. De plus, chaque résultante élémentaire sera en arrière de la même quantité relativement au rayon parti du point le plus voisin de D, c'est-à-dire, du point où l'élément de l'onde rencontre le plan de la figure. Ainsi les intervalles entre les résultantes élémentaires seront égaux aux différences des chemins parcourus par les rayons compris dans le plan de la figure, et les intensités de ces résultantes seront proportionnelles aux largeurs des élémens dont elles émanent, comptées sur la ligne AN. Nous nons trouvons donc ainsi ramenés au calcul que nous venons de faire, en ne considérant que la section de l'onde par un plan perpendiculaire au bord de l'écran.

Les phénomènes de la diffraction, qui ne sont au fond que ceux des ombres portées dans le cas le plus simple, celui où l'objet éclairant est réduit à un point luminenx, ces phénomènes, loin d'être contraires au systême des vibrations, sont peut-être ceux qui en présentent les confirmations les plus frappantes. C'est avec le secours de cette théorie que je suis parvenu à en découvrir les lois rigoureuses et générales, et à les représenter par une formule, dans laquelle il n'entre qu'une seule constante arbitraire qu'il faille déterminer par l'observation, la longueur d'ondulation, qu'on peut d'ailleurs déduire immédiatement des mesures que Newton a données des épaisseurs des lames d'air qui réfléchissent les anneaux co-

lorés. Si l'on fait attention à la variété extrême des effets de la diffraction, on sentira que pour qu'une même formule dans laquelle il n'entre qu'une seule constante arbitraire, *tirée d'une autre classe de faits*, puisse représenter tous les phénomènes de la diffraction, jusque dans leurs aspects les plus bisarres et en apparence les plus irréguliers, il faut nécessairement qu'elle soit l'expression véritable de la loi de ces phénomènes.

Les raisonnemens que nous venons de faire sur les ondes lumineuses sont sans doute applicables aux ondes sonores, quelle que soit d'ailleurs la différence de nature de ces deux sortes de vibrations et des fluides qui les propagent : mais pour que l'application fût juste, il faudroit que le point D où l'on recevroit le son fût aussi éloigné de l'écran relativement à la longueur des ondulations sonores que nous l'avons supposé par rapport à la longueur des ondes lumineuses : or, comme les plus petites ondes sonores sont dix mille fois plus grandes que celles-ci, on voit combien on doit augmenter l'échelle des expériences en passant de la lumière au son. Il seroit nécessaire en outre de s'assurer que l'écran ne transmet aucune partie du son, et de distinguer ou de séparer le son infléchi par ses bords de celui qui est réfléchi sur le sol ou sur la surface des corps voisins. Telles sont les précautions qu'il faudroit apporter dans ces expériences et les conditions qu'il faudroit remplir pour qu'on pût conclure des phénomènes observés sur le son, ceux que la lumière devroit présenter dans des circonstances analogues.

Je crois avoir fait sentir suffisamment ici, et par mon Mémoire sur la diffraction que cette objection de Newton si souvent répétée n'est point aussi solide qu'on seroit porté à le croire au premier abord, et que les phénomènes des ombres, sur lesquels il l'appuie, loin d'être contraires à l'hypothèse des ondulations, en offrent des confirmations frappantes et multipliées.

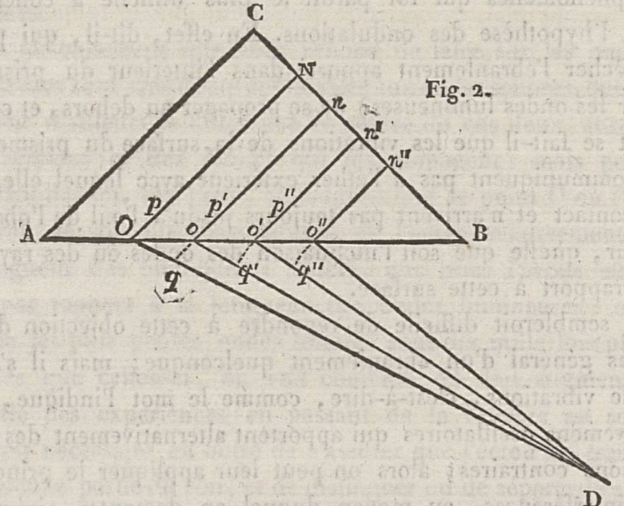
Je vais passer maintenant à une autre objection de ce grand Géomètre, qui paroît aussi très-spécieuse, mais qui n'est pas mieux fondée.

Newton, en suivant dans ses conséquences l'explication ingénieuse qu'il a donnée de la réfraction, a expliqué aussi d'une manière satisfaisante comment avoit lieu la réflexion complette dans l'intérieur des corps transparens; or, c'est un des phénomènes qui lui paroît le plus difficile à concilier avec l'hypothèse des ondulations. En effet, dit-il, qui peut empêcher l'ébranlement apporté dans l'intérieur du prisme, (par les ondes lumineuses) de se propager au dehors, et comment se fait-il que les vibrations de la surface du prisme ne se communiquent pas à l'éther extérieur avec lequel elle est en contact et n'arrivent pas toujours jusqu'à l'œil de l'observateur, quelle que soit l'inclinaison des ondes ou des rayons par rapport à cette surface.

Il sembleroit difficile de répondre à cette objection dans le cas général d'un ébranlement quelconque; mais il s'agit ici de vibrations, c'est-à-dire, comme le mot l'indique, de mouvemens oscillatoires qui apportent alternativement des impulsions contraires; alors on peut leur appliquer le principe des interférences, au moyen duquel on démontre aisément que, sous l'incidence de la réflexion complette, tous les systêmes d'ondes élémentaires qui émaneroient des différens points de la base du prisme et se propageroient à l'extérieur, doivent se détruire mutuellement, du moins à une distance du prisme très-grande rélativement à la longueur d'une ondulation.

En effet, soit ABC un prisme de verre dans lequel des ondes lumineuses sont entrées par la face AC et vont ensuite rencontrer la base AB sous une obliquité suffisante pour éprouver la réflexion complette. D'après l'explication que Huyghens a donnée des lois de la réfraction dans le systême

des ondes, le rapport du sinus d'incidence au sinus de réfraction pour le passage de la lumière de l'air dans le verre est précisément le rapport de la vitesse de la lumière dans l'air à sa vitesse dans le verre; ainsi la réflexion complete a lieu quand le sinus de l'angle d'incidence sur la face intérieure du prisme est plus grand que la vitesse de la lumière dans le verre divisée par la vitesse de la lumière dans l'air.



Pour simplifier les raisonnemens, nous supposerons le point lumineux à l'infini et conséquemment l'onde incidente sera plane; nous supposerons en outre que la face d'entrée AC est parallèle à cette onde, qui n'éprouve ainsi aucune déviation en pénétrant dans le verre et s'y propage en restant parallèle à sa direction primitive. Soit ON la position de cette onde à un certain instant; *on* une seconde position de la même onde après une unité de temps prise arbitrairement, *o'n'* une troisième position de l'onde après deux unités de temps, *o''n''* une quatrième position de l'onde après trois unités de temps, etc. Ces divers plans ON, *on*, *o'n'*, *o''n''*, etc., seront également distans les uns des autres; et les intervalles *op*, *o'p'*, *o''p''*, etc., qui les séparent seront égaux à l'espace

que la lumière parcourt dans le verre pendant l'unité de temps. L'angle d'incidence, ou l'angle du rayon incident avec la normale à la base AB est égal à celui que l'onde ON, qui est perpendiculaire aux rayons, fait avec la base AB; ou à l'angle pOo : or le sinus de cet angle a pour valeur $\frac{po}{Oo}$, et, par hypthèse, doit être plus petit que le rapport de la vitesse de la lumière dans le verre à sa vitesse dans l'air; donc la première étant représentée par po, la seconde sera plus grande que Oo; c'est-à-dire, que tandis que l'onde lumineuse parcourra dans le verre l'intervalle po, l'onde élémentaire partie du point O, considéré comme centre d'ébranlement, parcourra dans l'air un espace plus grand que Oo.

Cela posé, soit D un point très-éloigné de la face AB, relativement à la longueur d'une ondulation lumineuse; cherchons s'il est possible, dans le cas que nous considérons, qu'il se manifeste des vibrations lumineuses en D. Pour fixer les idées, supposons que le temps employé par la lumière à parcourir dans le verre l'espace po soit plus grand d'un centième que celui qu'elle met à parcourir la longueur Oo dans l'air; ce n'est pas nous écarter beaucoup de la limite de la réflexion complette : Alors, si Oo contient cinquante ondulations, l'onde lumineuse qui aura parcouru le chemin po dans le verre sera en avance d'une demi ondulation sur celle qui auroit parcouru le trajet Oo dans l'air. Or, la différence Oq entre OD et oD est plus courte que Oo; (quelle que soit l'inclinaison de ces rayons sur AB) donc le rayon qui aura suivi le trajet OD dans l'air sera en arrière de plus d'une demi-ondulation sur celui qui aura parcouru po dans le verre, puis oD dans l'air; et pour réduire cette différence à une demi-ondulation, il faudroit prendre Oo moindre que cinquante ondulations, c'est-à-dire, moindre que trois centièmes de millimètre environ, pour les rayons jaunes. Si

donc, on conçoit AB divisé en petites parties O*o*, *oo*′, *o*′*o*″, etc., telles que la différence de marche entre deux rayons portés de deux points de division consécutifs et arrivant en D, soit égale à une demi-ondulation, on pourra considérer ces deux rayons comme sensiblement parallèles, puisque, par hypothèse, D est éloigné des divers points de AB d'un très-grand nombre d'ondulations lumineuses, et qu'en conséquence O*o*, *oo*, etc. et à plus forte raison les intervalles *oq*, *o*′*q*′, etc. sont très-petits relativement aux distances OD, *o*D, *o*′D, etc. Il résulte aussi des mêmes hypothèses, que deux intervalles consécutifs O*o* et *oo*′ donnant la même différence d'une demi-ondulation, seront sensiblement égaux entr'eux; car si l'on prend *oo*′ = O*o* et que l'on décrive du point D comme centre, les petits arcs *oq* et *o*′*q*′, les différences O*q* et *oq*′ entre les chemins parcourus dans l'air seront sensiblement égales; ainsi le temps que la lumière emploie à parcourir *po* dans le verre, moins celui qu'elle met à parcourir O*q* dans l'air, sera égal au temps employé à parcourir *p*′*o*′ dans le verre, moins le temps employé à parcourir *oq*′ dans l'air; donc la différence de marche entre les deux ondes élémentaires parties des points O et *o*, au moment où elles arrivent en D, sera sensiblement la même que la différence de marche entre les deux ondes élémentaires parties des points *o* et *o*′; donc réciproquement, si cette différence est d'une demi-ondulation dans les deux cas, les intervalles O*o* et *oo*′ seront sensiblement égaux entr'eux; et l'on peut toujours prendre le point D assez loin pour que cette égalité soit aussi approchée qu'on voudra.

Si l'on conçoit les intervalles O*o*, *oo*′, *o*′*o*″, etc., divisés en un même nombre de parties égales et infiniment petites, on voit que les séries d'ondes élémentaires envoyées en D, par deux parties correspondantes quelconques de deux intervalles consécutifs, ayant sensiblement la même intensité

et la même direction, et différant d'ailleurs d'une demi-ondulation, se détruiront mutuellement; ou plus rigoureusement, que les vibrations envoyées en D, par les différens élémens de chaque intervalle *o o'* seront complètement détruites par la moitié (en intensité) de celles qui émanent des élémens correspondans des deux intervalles contigus O*o* et *o'o''*. Il en sera de même pour toute l'étendue de la base AB du prisme, excepté ses deux divisions extrêmes, qui pourront à la rigueur envoyer un peu de lumière diffractée en D.

Les raisonnemens que nous venons de faire, reposent sur l'hypothèse que la distance de D contient un très-grand nombre de fois la longueur d'une ondulation lumineuse; ce qui ne suppose pas à la vérité un très-grand éloignement de ce point, puisque les ondes lumineuses les plus longues n'ont pas un millième de millimètre. Mais enfin la même démonstration n'est plus applicable aux points très-rapprochés de la surface refringente. Il seroit bien important de résoudre le problême de la réfraction d'une manière plus complète, et de calculer la marche et l'intensité de la lumière dans le voisinage de la surface refringente. On trouveroit sans doute alors qu'auprès de cette surface la marche des rayons n'est plus assujettie à la loi de Descartes; car l'expérience démontre que la lumière peut sortir du prisme jusqu'à une distance appréciable, sous les incidences de la réflexion complète. En effet, qu'on fasse toucher par leurs bases deux prismes dont l'un a une légère convexité, et qu'on regarde un espace éclairé, au travers du parallèlipipède formé par la réunion de ces deux prismes, en augmentant graduellement l'obliquité des deux bases en contact sur les rayons incidens; quand on arrivera à l'incidence de la réflexion complète, on ne recevra plus de lumière que de la partie où les prismes se touchent et des points voisins : or si l'on mesure la largeur de cette espèce d'ouverture par laquelle passent les

rayons lumineux, et qu'on la compare aux diamètres des anneaux colorés du même appareil, observés sous une incidence peu oblique, on reconnoîtra que l'ouverture lumineuse peut s'étendre à des points de la lame d'air où l'intervalle entre les verres est de plus d'une ondulation. Ainsi une partie de la lumière peut s'écarter de la loi ordinaire de la réfraction jusqu'à une distance appréciable de la surface réfringente.

Comme Huyghens le remarque, après avoir expliqué la réfraction dans le systême des ondulations, la réflexion complète étant une conséquence de la loi de Descartes, demontrer cette loi, c'est rendre raison en même temps du phénomène de la réflexion complète. Pour répondre à l'objection de Newton, j'aurois donc pu me borner à renvoyer le lecteur à l'explication de la réfraction que j'ai publiée dans le bulletin de la société philomatique (mois d'octobre 1821) et qui n'est autre chose que celle de Huyghens rendue plus rigoureuse par l'application du principe des interférences. Mais j'ai pensé qu'une réponse directe paroîtroit plus satisfaisante, en faisant voir comment les petits ébranlemens que les vibrations des divers points de la base du prisme, communiquent au milieu extérieur se détruisent mutuellement dans ce milieu, quand le sinus de l'angle d'incidence intérieure excède le rapport de la vîtesse de la lumière dans le prisme, à sa vîtesse en dehors. Le défaut d'espace ne m'a pas permis de donner à cette démonstration tous les développemens dont elle auroit besoin; mais on les supléera aisement après avoir lu l'explication que je viens de citer, et l'on y trouvera la réponse aux différentes objections dont celle-ci paroîtroit susceptible.

Les difficultés que présente la théorie Newtonienne, quand on veut l'accorder avec les faits, sont très-nombreuses et souvent insurmontables, sur-tout pour la diffraction de la lumière :

mière : on peut en voir un exemple au commencement du Mémoire sur la diffraction, publié dans le tome XI des *Annales de Chimie et de Physique*, p. 246, 247 et 248. Mon intention n'est point ici de passer en revue la multitude d'objections très-solides qu'on peut opposer au systême de l'émission ; mais seulement de montrer combien l'hypothèse des accès est à la fois nécessaire à ce systême, et difficile à concilier avec la régularité de la réfraction.

L'influence mutuelle des rayons lumineux, ayant été prouvée, ou confirmée par un grand nombre de phénomènes divers, est maintenant un des principes de l'Optique les plus solidement établis; quelqu'embarrassant qu'il puisse être de concevoir tous ces faits, quand on adopte le systême de l'émission, on doit toujours considérer le principe des interférences comme une vérité d'expérience ; et rien n'empêche alors de l'appliquer au phénomène des anneaux colorés, dont il fournit une explication aussi simple que satisfaisante, par l'influence mutuelle des rayons réfléchis à la première et à la seconde surface de la lame d'air comprise entre les deux verres superposés. Il sembleroit, en conséquence, que l'hypothèse des accès devient inutile, puisque c'étoit le phénomène des anneaux colorés qui l'avoit suggérée à Newton. Mais cette hypothèse est toujours indispensable dans le systême de l'émission, pour expliquer le partage de la lumière incidente à la surface des corps transparens, en lumière réfléchie et lumière transmise.

On ne voit pas en effet ce qui pourroit déterminer des molécules lumineuses animées de la même vitesse, à être tantôt réfléchies et tantôt réfractées par la même surface refringente et sous la même incidence, si ce n'est certaines dispositions physiques, telles que les accès, qui modifieroient les forces attractives et répulsives exercées par cette surface sur les molécules lumineuses, au point de changer l'attrac-

tion en répulsion et la répulsion en attraction. Mais, d'après la loi générale de continuité, les molécules lumineuses ne peuvent éprouver successivement des accès opposés sans passer par des dispositions intermédiaires, avec lesquelles le plus grand nombre de ces molécules doivent arriver dans la sphère d'activité de la surface réfringente, le cas où elles y pénètrent au maximum de leur accès de facile réflexion ou de facile transmission étant un cas beaucoup plus particulier, et par conséquent plus rare. Si, en vertu des dispositions extrêmes, la force exercée peut changer de signe, et d'attractive qu'elle étoit d'abord devenir répulsive, on conçoit une multitude d'états intermédiaires des molécules lumineuses où la force attractive sera seulement diminuée et pourra même devenir égale à zéro; car, d'après la même loi de continuité dont nous venons de parler, une fonction quelconque ne peut passer du positif au négatif sans passer par zéro. On voit donc que les molécules lumineuses, en entrant dans le milieu réfringent, seront soumises à des forces attractives dont l'intensité devra varier avec le degré d'accès de facile transmission dans lequel elles se trouveront à cet instant, et qu'en conséquence elles devront être généralement réfractées, suivant des directions différentes, puisque par hypothèse l'angle de réfraction dépend de l'énergie de cette force attractive (1). Or on sait, au contraire, que lorsqu'un faisceau de lumière homogène passe à travers un prisme, tous les rayons émergens font le même angle avec les rayons incidens, ou du moins ceux qui se dispersent dans d'autres directions ne sont qu'une très-petite partie de la lumière régulièrement réfractée.

---

(1) On peut dire en d'autres termes que puisque la seconde branche de la trajectoire, décrite par la molécule lumineuse, tantôt s'éloigne du milieu réfringent, et tantôt le pénètre en s'y

Di alcuni sperimenti, etc. De quelques expériences sur le dégagement du calorique par le frottement. Mémoire du Chev. Joseph Morosi, Membre de l'Institut impérial et royal des sciences, lettres, et arts; Milan, de l'Imprimerie royale. 1822. in-4.° *avec fig.* (1) avec cette épigraphe :

Ignis ubique latet, naturam amplectitur omnem
Cuncta parit, renovat, dividit, urit, alit.

(*Extrait*).

«On peut, dit l'ingénieux auteur de la recherche que nous allons exposer, compter le calorique au nombre de ces forces dont la physique n'a pu jusqu'à présent découvrir la nature, ou le principe. Cet être (car je ne saurois autrement le désigner) cet être qui se trouve constamment dans nous, avec nous, dans tout ce que nous touchons et qui nous entoure, ne peut, non plus que le magnétisme, la lumière, l'électricité, le son, et le mouvement, être reconnu qu'aux effets qui lui sont propres. Mais, un jour peut-être, quelque fait, quelque idée neuve écartant le voile qui couvre ce grand mystère, résoudra l'énigme, dont le mot pourroit bien être

prolongeant indéfiniment, selon les dispositions physiques de cette molécule, il devra se présenter une foule de cas intermédiaires où la seconde branche de la trajectoire, sans sortir du milieu réfringent, s'écartera davantage, et dans des degrés variables, de la normale à sa surface.

(1) Ce Mémoire a été lu dans une séance de l'Institut I. et R. de Milan, et fait partie de ses Transactions, dont deux volumes intéressans ont paru. Nous en donnerons incessamment une notice. (R)

l'un de ceux qu'on vient de lire, appliqué à des circonstances ou à des modifications particulières. »

Laissant la théorie, l'auteur s'étoit souvent occupé non-seulement des moyens économiques d'employer le combustible au dégagement du calorique, mais de la possibilité d'obtenir celui-ci sans combustion dans une proportion utile et applicable. Sa première idée avoit été d'exécuter en grand le briquet pneumatique, qui *exprime*, pour ainsi dire, le calorique de l'air, par pression, comme on fait sortir l'eau d'une éponge; mais la réflexion le fit bientôt renoncer à l'emploi de ce procédé, et penser à la source de chaleur que procure le frottement.

Il falloit choisir les corps les plus susceptibles de produire cette chaleur avec abondance et dans le moindre temps possible; quelques expériences antérieures lui avoient appris qu'il y avoit à cet égard des différences notables entre les diverses substances qu'on pouvoit soumettre au frottement, et que plusieurs d'entr'elles donnoient plus de chaleur lorsqu'elles étoient frottées par des matières moins dures qu'elles. Les métaux étoient en géneral au nombre des premières, avec des différences entr'eux, que l'expérience seule pouvoit déterminer.

Pour premier essai, l'auteur fixa sur l'axe d'un tour un cylindre d'acier poli, du diamètre d'environ quatre travers de doigt; et le faisant tourner rapidement, il appliquoit sur sa circonférence, des baguettes égales en diamètre, et faites de divers métaux; et au moyen d'une horloge à secondes, il observoit le temps que mettoit la baguette ainsi frottée à devenir brûlante au tact.

Ces expériences n'étoient que des essais préalables, car il manquoit bien des élémens à l'exactitude; savoir, la connoissance de la pression exercée; du nombre de tours du cylindre dans un temps donné, (ou de sa vitesse); et

enfin de la force motrice employée à ces mouvemens. Toutefois, cette première tentative procura déjà à l'auteur une découverte qui l'intéressa vivement.

« Tandis que j'appuyois, dit-il, une de ces baguettes métalliques sur le cylindre, je me sentis brûler les doigts plus tôt que de coutume. En en cherchant la cause, je vis que lorsque je pressois de la baguette l'angle tranchant de la circonférence, il se dégageoit plus de calorique que lorsque j'appuyois sur son plan; la différence étoit trop grande pour qu'elle pût m'échapper, sur-tout lorsque j'opérois avec la baguette d'étain, qui se fondoit à l'endroit du contact avant que le dégagement du calorique eût alteré sensiblement la température du reste de la baguette. »

» En réfléchissant à cet effet, je présumai que l'angle du cylindre tournant étant un peu tranchant, attaquoit peu-à-peu la baguette dans son épaisseur, et y pénétrant en façon de coin s'appliquoit plus exactement à sa surface et rendant ainsi le frottement d'autant plus complet, augmentoit d'autant le dégagement du calorique; j'en conclus. »

» 1.° Que ce dégagement étoit d'autant plus grand, qu'on multiplioit davantage les points de contact entre les corps frottans. »

» 2.° Que pour frotter le plus grand nombre possible de points, il falloit, outre la pression des parties frottantes, qu'elles fussent douées d'élasticité. »

» 3.° Que la pression pourroit compenser en partie la vitesse. »

Cette dernière possibilité ouvroit aux expériences un champ particulier, et les rendoit délicates. Il falloit employer un mécanisme propre à indiquer avec précision les temps et les espaces parcourus par le corps frottant; c'est-à-dire, sa vîtesse, comme aussi la force motrice employée dans chaque circonstance, et susceptible d'être augmentée ou diminuée à volonté.

Il falloit aussi faire varier à volonté la pression, et la déterminer exactement dans ses divers degrés.

Enfin il falloit obtenir une estimation précise de la quantité de calorique dégagée par une vitesse, et sous une pression données, et dans un temps déterminé.

L'auteur obtint ces conditions au moyen d'un mécanisme simple, que nous espérons faire comprendre sans figures.

En employant un engrenage de deux roues, dont la première, munie d'une manivelle, engrène le pignon de la seconde, laquelle engrène une vis sans fin placée verticalement, on fait faire à celle-ci soixante tours, pour un de la manivelle. La vis porte à son extrémité supérieure un petit cylindre de bois tendre, terminé en hémisphère, et destiné à frotter, par cette extrémité, dans une cavité de même forme et grandeur appartenant aux divers métaux qu'on soumet à l'expérience.

Chacun de ces métaux forme le fond d'un vase cylindrique de bois ajusté sur le fond de manière à contenir l'eau dont on le remplit. Le vase est maintenu vertical par un bras qui lui laisse toute liberté pour presser par la partie concave de son fond sur le cylindre convexe qui la soutient, et avec elle tout le vase. On fait varier cette pression, à volonté, en chargeant le vase de bois de poids connus. La quantité d'eau à réchauffer par le frottement produit est toujours la même, et sa température est indiquée par un thermomètre.

Rien ne varioit dans l'expérience avec un métal donné, que les vitesses et les pressions. Tous les creux hémisphériques faits dans les fonds métalliques avoient été étampés au même mandrin, et leurs formes étoient identiques; les fonds étoient cimentés au vase, de manière à tenir bien exactement l'eau, et on avoit choisi le bois comme le conducteur de chaleur le plus lent, et le meilleur conservateur par conséquent de celle qui seroit produite. Pour la conserver mieux on habilloit le vase d'une bande de flanelle.

Avec un peu d'habitude, l'auteur en étoit venu à faire exactement un tour, ou un demi tour, de la manivelle par seconde.

Il donne ici les détails circonstanciés de sa manière de procéder. Ils sont tels qu'on peut les attendre d'un aussi bon physicien; il ne néglige aucune précaution pour écarter toutes les causes d'erreur ou d'illusion dans chacune de ces expériences.

Le premier métal essayé fut le fer. Ce métal, frotté par l'hémisphère de bois, avec la vitesse d'un demi-tour de la manivelle par seconde, c'est-à-dire, de trente tours au frottoir dans le même temps; le vase étant chargé (outre l'eau) d'un poids de vingt-quatre onces, fit monter le termomètre de 16° à 17° en deux minutes; de 17° à 18° dans les deux suivantes, etc.

L'auteur présente tous ses résultats dans un tableau qu'on trouvera à la fin de cet Extrait. En voici les résultats généraux.

1.° Les métaux soumis à l'expérience furent le fer, l'acier, le cuivre, le laiton, l'étain, le plomb, l'alliage d'étain de zinc et de bismuth. Le plomb l'emporta toujours dans la quantité de calorique dégagé, toutes choses égales.

2.° La pression a plus d'influence que la vitesse dans la production de la chaleur. Par exemple, le fer, dans les quatre premières expériences, qui durèrent deux minutes chacune, avec la vitesse d'un demi-tour de manivelle par seconde, et sous une pression de vingt-quatre onces, fit monter la température de l'eau de 15° jusques à 20°.

Dans les quatre autres expériences, la vitesse étant doublée, sous la même pression, le thermomètre monta seulement à 21° $\frac{3}{4}$.

Enfin, dans les quatre dernières dans lesquelles on réduisit la vitesse à demi-tour de manivelle par seconde, comme dans

les premières, et on doubla la pression, le thermomètre monta à 23$\frac{1}{2}$, c'est-à-dire, un degré $\frac{3}{4}$ plus haut que dans l'expérience précédente.

Les mêmes différences furent observées avec les autres métaux.

L'auteur ayant appris ainsi, que le plomb étoit entre les métaux le plus calorifique par le frotement, et que la pression avoit plus d'influence pour dégager la chaleur que la vitesse, chercha à se prévaloir de ces notions pour construire un appareil qui pût en quelque manière tenir lieu de la combustion dans l'action calorifique.

Il se procura un tuyau de plomb long de deux doigts, et d'environ un pouce de vide; un peu plus large à l'une de ses extrémités qu'à l'autre, c'est-à-dire, en façon de cône, et fermé à sa partie la plus étroite; il le souda horizontalement au fond d'un vase de fer-blanc qui pouvoit contenir environ dix livres d'eau, en ne laissant saillir en-dehors du fond, que le bord de ce cône.

Pour se procurer un frottoir bien élastique, et plus durable que le bois, l'auteur enfila dans un petit arbre de fer taraudé un nombre de rondelles de papier, qu'il comprima fortement par un écrou de manière à en faire une masse solide qu'il façonna ensuite au tour à la forme exacte de l'intérieur du cône, de manière que le contact de celui-ci avec la surface du frottoir fût aussi parfait qu'il seroit possible.

L'appareil, ainsi préparé, fut ajusté à un tour en l'air dont l'arbre, mû par un courant d'eau, faisoit environ quatre cent tours par minute; et le vase fut rempli d'eau.

Dans sa première épreuve l'auteur se proposoit d'essayer.

1.° S'il réussiroit par ce procédé à réchauffer l'eau jusqu'au terme de l'ébullition?

2.° Si le métal employé résisteroit à un frottement longtemps prolongé? Condition nécessaire dans un appareil en grand destiné à procurer une ébullition continuée.

Il vit avec beaucoup de satisfaction, lorsque le mécanisme fut en jeu, que la chaleur produite ne tarda pas à faire bouillir l'eau du vase.

Quant au second objet, il découvrit, ainsi qu'il avoit prévu, que le plomb soumis à l'action du frottoir, se détachoit en poudre granuleuse noirâtre qu'il présuma être un commencement d'oxidation. Cette poudre devenoit si dure qu'elle polissoit l'acier trempé comme l'auroit fait l'émeri le plus fin, ou le rouge d'Angleterre. L'action rongeante de cette matière ne tardoit pas à attaquer et à déformer l'intérieur du cône.

Il falloit donc recourir à d'autres métaux. L'auteur choisit le laiton, comme le plus facile à travailler, et comme fournissant une quantité suffisante de calorique. On le disposa en tous points comme le cône de plomb; et le frottement qui lui fut appliqué pendant environ douze minutes, amena l'eau à bouillir. L'auteur, s'appercevant que les parois du vase (de fer-blanc) laissoient perdre beaucoup de calorique, les revêtit d'une flanelle, dont l'effet fut si efficace qu'il ne fallut que sept minutes dans cette seconde expérience pour amener l'eau à l'ébullition, avec une intensité telle, qu'elle fut bientôt dissipée toute entière par l'évaporation (1). Il semble même que ce mode d'échauffement avoit plus de force évaporante que celui résultant de la combustion ordinaire; mais, dit l'auteur, ce n'est là qu'un soupçon, qui demande confirmation par des expériences directes.

Persuadé que son but étoit atteint, l'auteur pensa à faire construire un grand appareil capable de faire bouillir l'eau des chaudières où l'on dévide les cocons des vers à soie, celles des bains publics, etc. etc. employant à cet effet comme prin-

---

(1) Nous soupçonnons qu'il s'est glissé dans l'original une faute d'impression là où on lit que le vase contenoit 10 *livres* d'eau. Il nous semble que cette quantité est hors de proportion avec la cause calorifique; nous croirions plutôt qu'il s'agissoit d'onces. (R)

cipe moteur une chute d'eau qu'il avoit à sa disposition. Il se mit à l'œuvre; il fit construire un tube conique de laiton, profond d'un mètre, et large de deux décimètres à sa base, et il l'appliqua au fond d'une cuve de bois qui contenoit douze brandées d'eau. Le frottoir fut adapté à l'axe d'un moulin qui faisoit septante-cinq tours par minute.

» Mais, dit l'auteur, combien n'est-on pas trompé quelquefois en mécanique, lorsqu'on se hâte trop de conclure du petit au grand! La nature, qui répond souvent aux petites questions du physicien, ne montre pas la même complaisance aux demandes du mécanicien; ainsi, les découvertes qui en apparence promettent le plus, s'évanouissent, même dans les mains de l'artiste habile, lorsqu'il est question de les appliquer en grand aux usages de la vie (1).

Ainsi, dans l'expérience qui promettoit le plus heureux et le plus brillant succès, le frottoir en action pendant deux heures, ne put pas élever la température de la masse d'eau de plus de six degrés; c'est-à-dire, de seize degrés à vingt-deux degrés.

» Je ne puis, dit l'auteur indiquer la cause de ce non-succès. Je l'attribuai alors en partie au refroidissement occasionné par l'évaporation, et à la froide température de l'air ambiant; mais j'ai réfléchi depuis, que l'explication la plus probable se trouveroit dans l'exécution imparfaite du tube conique, que le frotteur ne touchoit pas dans tous ses points; le dégagement du calorique en étoit tellement affoibli, que ce frottement ne produisoit pas plus d'effet que la flamme d'une chandelle ou d'une lampe. »

L'expérience répétée, n'eut pas un meilleur succès. On

(1) L'inverse de cette proposition n'est pas moins vraie; témoins, le paratonnerre, la cloche des plongeurs, la machine à vapeur, etc., etc. (R)

démonta la machine, dans l'intention de la rendre plus parfaite dans sa partie essentielle, les pièces frottantes. Avec la volonté constante d'y procéder, l'auteur n'a pû encore s'en occuper. Il est fort à désirer qu'il poursuive, avec sa sagacité connue, une recherche qui pourroit avoir les résultats les plus importans dans les arts économiques.

Table qui montre la quantité relative de calorique développée en divers temps, avec des vitesses et des pressions déterminées, par le frottement des métaux indiqués.

		Fer	Acier	Cuiv.	Lait.	Zinc.	Etain	Plomb	Etain Zinc Bism.	Plomb Zinc Bism.	
En deux min, avec vitesse d'un demi-tour de manivelle par min. et pression de 2 liv. de Milan.	de degr.	$15\frac{1}{2}$	16	16	$15\frac{1}{2}$	16	16	16	$15\frac{1}{2}$	16	Temp. initiale.
	à	$16\frac{1}{2}$	18	17	$16\frac{3}{4}$	19	$16\frac{1}{2}$	19	$15\frac{1}{4}$	$16\frac{1}{2}$	
	à	$17\frac{1}{4}$	19	18	$17\frac{1}{2}$	20	$17\frac{1}{4}$	$20\frac{1}{4}$	$16\frac{1}{4}$	$17\frac{1}{4}$	
	à	18	20	19	$19\frac{1}{4}$	21	18	22	16	$\frac{3}{4}$	
	à	19	21	$19\frac{3}{4}$	20	22	$18\frac{3}{4}$	23	18	$18\frac{1}{2}$	
Suite, avec double VITESSE; *le* TEMPS *et la* PRESSION *restant les mêmes.*											
	De	16	16	16	16	16	16	16	$16\frac{1}{4}$	16	
	à	$17\frac{1}{2}$	18	18	$17\frac{1}{2}$	20	17	23	$17\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	
	à	19	19	$19\frac{1}{2}$	20	22	$18\frac{1}{2}$	27	$18\frac{1}{2}$	$18\frac{1}{4}$	
	à	$20\frac{1}{4}$	20	21	$21\frac{3}{4}$	$23\frac{1}{4}$	20	31	$19\frac{1}{2}$	19	
	à	$21\frac{3}{4}$	$22\frac{1}{4}$	$22\frac{1}{2}$	$23\frac{1}{2}$	24	$21\frac{1}{2}$	33	21	$20\frac{4}{1}$	
Suite avec double PRESSION; *le* TEMPS *et la* VITESSE *restant les mêmes.*											
	De	16	16	16	16	16	16	16	$15\frac{1}{2}$	16	
	à	$18\frac{1}{2}$	$18\frac{1}{2}$	19	19	21	$17\frac{1}{4}$	24	17	$18\frac{1}{2}$	
	à	$20\frac{1}{4}$	$21\frac{1}{2}$	21	$21\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	$18\frac{1}{4}$	27	$18\frac{1}{2}$	$20\frac{1}{2}$	
	à	$21\frac{3}{4}$	23	23	$23\frac{1}{3}$	24	20	30	$19\frac{1}{2}$	21	
	à	$23\frac{1}{2}$	25	$24\frac{1}{2}$	$24\frac{3}{4}$	$25\frac{3}{4}$	$22\frac{1}{2}$	35	22	$22\frac{1}{2}$	

MÉTÉOROLOGIE.

Suite des observations météorologiques faites a Joyeuse en 1822. Par Mr. Tardy de la Brossy.

Latitude 44° 28′ hauteur moyenne du baromètre, à midi, déduite des observations de plusieurs années, la température du mercure étant ramenée à 10° R., 27 pouces 6 lignes $\frac{3}{4}$ (0,746 mètres); l'élévation au-dessus de la mer, conclue de la hauteur moyenne du baromètre, environ 100 toises.

Tableau du nombre des jours pluvieux, de la quantité d'eau, et du nombre des jours de gelée à glace dans la campagne, pendant l'année 1822.

MOIS.		NOMBRE des jours de pl. ou neige.	QUANTITÉ D'EAU. Mes. anc.	QUANTITÉ D'EAU. Mes. nouv.	Nombre des jours de gél. dans la camp.
			po. lig.	décimèt.	
Janvier....		2	0 4,3	....	14
Février		6	1 1,2	....	5
Mars......		4	0 1,10	....	....
Avril......		8	3 9,3	....	3
Mai.......		12	4 6,8	....	....
Juin.......		4	0 6,2	....	....
Juillet		9	5 9,2	....	....
Août......		7	2 8,4	....	....
Septembre..		9	2 5,2	....	....
Octobre....		11	8 5,2	....	....
Novembre..		9	9 3.0	....	....
Décembre ..		7	1 10,0	....	23
Totaux....		88	40 10,8	11,070	45
Extr. des 18 dern. années.	Moy.	100	46 1,3	12,48	56
	Maxi.	117	63 10,7	17,30	80
		en 1806.	en 1811.		en 1816. 38
	Mini.	73	34 11.8	9,47	en 1806.
		en 1817.	en 1817.		11—19

Extrêmes du Baromètre et du Thermomètre.

BAROMÈTRE.	pouc.	lig.	32e.
Plus grande hauteur le 1er mars à 9 heures du matin ..	28.	1.	3
Moindre hauteur le 3 décembre à 7 heures matin ...	26.	10.	27
Différence	1.	2.	8

THERMOMÈTRE.		
Maximum, le 23 juin	29° R.,	8
Minimum, le 20 décembre	— 6,	5
Différence...	36,	3

Avant l'Eté.	Dernières gelées à glace, les 3, 4, et 5 avril. Dernière gelée blanche, le 10 avril.
En Automne.	Premières neiges en vue sur les sommets de la Lozère et du Tarnargue, le 27 octobre. Première gelée blanche, le 13 novembre. Première gelée à glace, le 8 décembre.

D'autres détails qui ne sont pas sans quelque intérêt, ne pouvoient se placer dans le tableau ci-dessus, et encore moins les réflexions auxquelles ils donnent lieu. Je vais donc, comme par le passé, les présenter à part; et dans la supposition que cet exposé pourra paroître dans la *Bibliothèque Universelle*, je ne dirai sur la pluie, la neige, la température, le baromètre et la concordance de sa marche entre Genève et Joyeuse, que ce qui devra suffire pour être entendu par ceux des lecteurs de ce Recueil, qui ont eu connoissance de ce que j'en ai déjà dit dans les cahiers de février, juin et juillet de cette année. Le tout en sera plus court.

Deux pluies à verse arrivées les 17 juillet et 16 novembre, ont donné, la première, cinquante-sept lignes d'eau, l'autre soixante-trois; ensemble dix pouces, quart du pro-

duit de l'année entière. J'ai pu vérifier que celle du 16 novembre tomboit, par momens, à raison de trente lignes à l'heure. J'en ai signalé une, il y a quelques années, qui en donnoit à raison de trois pouces.

Jusqu'à présent, chaque année, une seule exceptée, j'ai fait remarquer que, pour nous, elle s'étoit passée sans neige, quoique souvent avec toutes les apparences qui ailleurs en sont des indices à-peu-près certains. J'ai, cette fois, à parler d'une seconde exception.

Dans l'un des *cahiers* auxquels je viens de renvoyer le lecteur, celui de février, j'ai cru pouvoir attribuer cette rareté de neige à la même cause par laquelle j'avois précédemment expliqué notre abondance de pluie annuelle. Cette cause commune, ai-je dit, c'est la compression contre les flancs du Tanargue, des nuages que les vents du midi poussent dans une direction perpendiculaire à cette haute montagne qui, au nord et à proximité de Joyeuse, s'étend de l'ouest à l'est. Et je dis maintenant que l'ensemble des circonstances de la présente année vient à l'appui de cette assertion.

Environ sept pouces de neige sont tombés par parties à-peu-près égales, les 19, 21, 30 et 31 décembre, et ce n'est que le soir de ce dernier jour que le dégel a commencé, et que s'est terminé le froid assez rigoureux qui avoit duré, sans interruption, depuis le 8 du mois. Cette neige est tombée par des vents auxquels mon explication n'est pas applicable. Mais ces vents sont aussi ceux qui nous apportent le plus rarement de l'eau dans quelqu'état qu'elle soit; et conséquemment on peut dire que, de même qu'ils contribuent peu à l'abondance de la pluie, il n'y a pas lieu d'en attendre de fréquentes exceptions à la rareté de la neige.

Quant à la cause négative que j'ai attribuée aux vents du midi, j'en trouve une nouvelle preuve dans une pluie de

près de treize lignes, sans la moindre parcelle de neige, qu'ils nous apportèrent dans la journée du 22; ce qui dut paroître d'autant plus étonnant, que les thermomètres continuoient à se maintenir au-dessous de zéro. La pente des toits couverts de neige, permettoit à cette eau de pluie de s'en écouler; tandis que là où cette pente n'existoit pas, elle passoit bientôt elle-même à l'état de congélation. Enfin nous avons ensuite été informés que ce que nous avions eu en pluie, étoit tombé en neige, douze ou quinze lieues plus au sud.

Après cela, me refusera-t-on d'en conclure que la compression des nuages, qui peut devenir capable de les faire se résoudre en eau, peut aussi y élever la température au point de faire tomber cette eau à l'état de pluie au lieu de celui de neige où elle auroit pu être sans cette compression? D'ailleurs, cette possibilité n'est-elle pas une sorte de corollaire d'expériences déjà faites en petit, et de leurs curieuses applications?

On a vu, dans le *cahier* du mois de juillet, ce qu'a eu d'excessif en juin la chaleur à Joyeuse; et l'on voit ci-dessus dans la colonne des jours de gelée à glace dans la campagne, que le nombre en a été à-peu-près également réparti entre le commencement et la fin de l'année. Mais, pour donner un aperçu comparatif des intensités respectives de froid à ces deux époques, j'ajoute ici que, dans les premiers mois, mes thermomètres de la ville ne sont descendus que quatre fois au-dessous de zéro, contre dix-sept en décembre.

Le baromètre qui, le 3 décembre, étoit tombé, dans son minimum, à près de huit lignes au-dessous de la moyenne générale, ne tarda pas à remonter aussi rapidement qu'il étoit descendu. Les journaux ont fait mention de très-gros temps, à cette époque, sur les côtes de l'océan. Ici rien de semblable ce jour-là, non plus que ceux qui l'ont immédiatement précédé ou suivi.

L'un des traits météorologiques qui rendront cette année particulièrement remarquable, c'est l'élévation extraordinaire du baromètre, dont la moyenne à Genève et Joyeuse, a surpassé d'environ neuf huitièmes de ligne la moyenne générale. Je ne sais jusqu'à quelle année il faudroit remonter pour trouver la pareille. Les onze premiers mois de Genève me sont déjà connus, et j'ai la confiance de croire que celui de décembre, que je ne connois pas encore, n'apportera pas de différence notable dans l'évaluation par laquelle j'établis, dès à présent, que la moyenne de l'année au nouveau Jardin botanique se sera portée à une demi ligne au-dessus de vingt-sept pouces. Or, la moyenne annuelle la plus élevée parmi les vingt-six précédentes est celle de 1813 = 26 pouces 11 lignes 11,44 seizièmes. C'étoit à l'ancien observatoire. Conséquemment, à celui d'à-présent, elle auroit été, *en nombre rond*, = 27 pouces. C'est une demi ligne de moins que cette année, c'est-à-dire, beaucoup, relativement à ce dont il s'agit.

Ma manière d'évaluer les observations de Genève d'après les miennes, a continué de me donner des résultats satisfaisans; le succès dépend de la concordance soutenue de la marche de nos baromètres respectifs, et la manière consiste à prendre pour différence constante de toutes nos observations, celle de nos moyennes générales. Le résultat en octobre a été d'une exactitude encore bien plus remarquable que celle du mois de juin, rapportée dans le *cahier* de juillet.

Cependant, malgré tant de concordance dans la pression de l'atmosphère, les produits en pluie de ce mois, ont été grandement inégaux; car nos jours pluvieux ne se sont rencontrés que trois fois; cent et une lignes d'eau sont tombées à Joyeuse, et douze seulement à Genève.

Résumé des Observations Barométriques et Thermométriques faites à la Chapelle près Dieppe, pendant l'année 1822. Communiquées aux Rédacteurs, par Mr. Nell de Bréauté. (Les hauteurs ont été réduites à la température de la glace fondante).

Marche moyenne du Baromètre. — *Oscillations extrêmes du Baromètre.*

MOIS.	9 h. matin	Midi	3 h. du S.	9 h. du S.	Maximum	Minimum.	Différenc.
	m.	m.	m.	m.	m.	m.	
Janvier....	754.09	753.86	753.61	754.13	763.18	728.56	
Février....	55.29	54.99	54.49	54.41	68.47	37.90	34.62
Mars......	53.83	53.46	52.62	53.41	62.34	38.69	30.57
Avril......	48.43	48.42	48.26	48.63	59.51	34.60	23.65
Mai.......	48.36	48.31	47.92	48.38	57.72	33.07	24.91
Juin.......	51.23	51.23	50.80	51.03	55.63	42.57	24.65
Juillet.....	45.85	45.76	45.54	45 87	55.21	36.77	13.06
Août......	48.32	48.19	47.96	48.23	56.49	40.49	18.44
Septembre..	48.84	48.68	48.21	48.49	54.78	31.68	16.00
Octobre....	43.42	43.42	43.12	43.42	56.21	30.77	23.10
Novembre..	46.71	46.66	46.40	46.79	59.46	32.71	25.44
Décembre..	51.93	51.67	51.39	51.34	64.07	27.14	29.75
							36.93
	m.	m.	m.	m.	m.	m.	
Moyenne...	749.66	749.52	749.16	749.48	759.42	734.58	

Thermomètre Centigrade.

MOIS.	9 h. matin	Midi.	3 h. soir.	9 h. soir.
Janvier. . . .	4° 2	5° 9	5° 7	4° 2
Février. . . .	5.8	8.6	8.4	5.4
Mars.	9.0	12.	12.3	8.3
Avril.	10.6	13.2	12.9	8.2
Mai.	15.9	18.4	17.5	12.2
Juin.	19.8	23.1	22.1	16.9
Juillet.	18.	20.7	20.3	15.4
Août.	18.1	20.9	21.3	15.1
Septembre. .	14.8	17.7	17.4	12.9
Octobre. . . .	12.2	14.9	15.1	12.
Novembre. .	8.8	11.1	10.8	8.4
Décembre. .	−1.6	0.9	0.6	−1.
Moyennes.	11° 30	13° 95	13° 70	9° 84

Résumé des Observations Barométriques et Thermométriques faites à la Chapelle, près Dieppe, pendant les années 1819, 1820, 1821 et 1822. Toutes les hauteurs observées ont été réduites à la température de la glace fondante.

	Hauteurs moyennes du Baromètre.				*Températures moyennes.*			
Années	9 h. matin	Midi.	3 h. soir.	9 h. soir.	9 h. matin	Midi.	3 h. soir.	9 h. soir.
	m.	m.	m.	m.	o	o	o	o
1819	747.34	747.38	747.12	747.21	10.27	12.48	12.31	8.74
1820	748.44	748.37	748.07	748.22	9.20	11.50	11.50	7.80
1821	747.91	747.84	747.57	747.95	19.26	12.47	12.56	8.95
1822	749.66	749.52	749.16	749.48	11.30	13.95	13.70	9.84
	m.	m.	m.	m.	o	o	o	o
Moyen.	748.34	748.20	747.98	748.22	10.26	12.60	12.52	8.83

Plus grandes et moindres hauteurs du Baromètre observées dans les quatre dernières années.

	Maximum.		*Minimum.*		*Oscillations.*
		m.		m	m
1819	22 Septembre.	= 760.65	21 Février...	= 728.95	= 31.70
1820	9 Janvier...	= 766.89	22 Octobre..	= 719.27	= 47.62
1821	6 Février...	= 772.64	25 Décembre.	= 698.04	= 74.60
1822	27 Février...	= 768.47	2 Décembre.	= 727.14	= 41.33

Marche du Baromètre pendant les 14 et 15 Janvier de cette année 1823, jours où le vent étoit fort et chassoit avec violence et par bourrasque la neige dont la terre étoit couverte depuis la nuit du 13 au 14.

	h.		*Bar. réduit* m.	*Th. exter.*	
Le 14 à	3. 5′	=	740.24	— 7°.3	Le vent S. E. le 14 au soir, et le 15 dans la journée s'élevant du S. à l'O. en soufflant par bourasques assez fortes.
	9. 5′	=	736.67	— 9.1	
	10.10′	=	735.40		
Le 15	4.45′	=	728.59	— 6.3	
	5.50′	=	728.08	— 3.9	
	6.50′	=	728.30	— 2.9	
	7.55′	=	728.15	— 1.2	
	9.	=	728.42	— 0.4	
	Midi	=	729.62	— 1.	
	3. 1′	=	733.37	— 2.8	

NOTICE SUR UN ABAISSEMENT RAPIDE ET EXTRÊME DU BAROMÈTRE observé à Genève et dans d'autres lieux, le 2 février dernier.

LA chute rapide et jusqu'à présent inouïe, dans son terme extrême, du baromètre dans la journée du 2 de ce mois, attira l'attention des observateurs les plus indifférens. Ce phénomène avoit pour nous un degré d'intérêt de plus, en nous offrant une occasion nouvelle de rechercher jusqu'à quel degré ces secousses atmosphériques ont lieu simultanément à des distances si grandes, qu'on ne peut attribuer l'effet à aucun mouvement latéral ou de translation des colonnes

atmosphériques, et qu'on est forcé de recourir à un genre d'action tout différent et incomparablement plus rapide, pour expliquer cette concordance qu'on observe dans les grandes variations barométriques comparées en divers lieux très-distans.

Une occasion très-favorable à ces rapprochemens s'étoit déjà présentée à l'époque du grand abaissement du mercure qui eut lieu le 25 décembre 1821, et nous recueillimes alors et consignames dans ce Recueil (déc. 1821 et janv. 1822) un nombre d'observations qui prouvoient l'immense étendue et la simultanéité de l'influence qui avoit occasionné cette dépression remarquable, dont nous observames le *maximum*, à deux heures après minuit, à 25 p. 8 l. $\frac{14}{32}$ réduit à la température de l'échelle de corr. de De Luc (= 10 R.) dans notre appartement, cent huit pieds au-dessus du niveau du lac. Le thermomètre étoit à + 10, température très-rare pour la saison; un vent du sud-ouest souffloit par rafales.

Le 1.e février de cette année le baromètre étoit déjà descendu très-bas; et le 2 au lever du soleil il se trouva de trois lignes plus bas encore. Mr. Gautier, Prof. d'astronomie, notre savant collègue, dont la demeure est contigue à la nôtre, et plus élevée d'un étage seulement, commença dès neuf heures du matin à l'observer de quart d'heure en quart d'heure, dans le but de saisir son maximum d'abaissement. Il a eu la bonté de nous communiquer ses observations dont voici l'extrait, seulement d'heure en heure. Son baromètre est portatif, à cuvette, construit par Œri, artiste habile de Zurich, le Vernier donne les dixièmes de ligne (les centièmes sont jugées à l'estime.)

Hauteur du Baromètre d'heure en heure le 2 Février.

Heures des observ. T. moy.	Hauteurs du Barom observées	Température. du Barom.	Température. de l'air.	
9h.	25. p. 8l,97	+ 9,0 R.	+ 2,9 R.	Ciel nébuleux N.E. foible.
10	8,77	10,0	3,2	
11	8,40	10,0	3;5	
0	8,31	10,6	3,5	
1	8,42	10,6	3,8	
2	8,00	10,9	4,2	
3	7,68	11,0	4,2	Soleil par éclaircis.
4	7.71	10,8	3,7	
5	8,14	10,9	3,4	

On voit, d'après ce tableau, que le minimum a eu lieu vers trois heures après midi ; peut-être vers quatre heures d'après nos propres observations.

Cette descente sembloit devoir présager quelqu'orage ; le temps fut presque calme tout le jour ; le lendemain 3, dans l'après-midi, il s'éleva un vent assez violent de S. O. qui diminua le lendemain 4.

On devoit s'attendre à voir remonter le mercure ; effectivement, son ascension fut l'une des plus rapides que nous ayions observées ; il monta de six lignes trois quarts, du 3 à deux heures après midi, au 4 à sept heures du matin, sans autre circonstance remarquable, sinon un degré rare de sécheresse dans l'air ; l'hygr. étoit à 75 à deux heures après midi, terme où on le voit très-rarement dans cette saison.

Depuis cette époque, nous avons recueilli avec un vif intérêt les observations qu'on nous a adressées de divers lieux sur cet événement météorologique ; nous allons les communiquer à nos lecteurs. Nous commencerons par celles de nos bons amis les Religieux du St. Bernard.

Observations à l'Hospice du St. Bernard, 1278 *toises au-dessus de la mer.*

Le R. P. Prieur nous écrivit dès le lendemain 3, ce qui suit.

« Ayant remarqué samedi soir (1.e fév.) le baromètre à 20^p. 0,^l. 9, terme auquel il étoit descendu déjà une fois cet hiver, je résolus de l'observer le lendemain, et dès cinq heures du matin je me mis en sentinelle, ne doutant point que vous n'y fussiez aussi ; j'observai à toutes les heures, et souvent dans les intervalles. Voici l'extrait de mes observations.

Heures des observat.	Baromèt. po.	li.	Thermomètre. du Bar.	extérieur.		
5 mat.	19.	11,8	+ 10,3 R.	− 7,0 R.	brouil.	
7		11,0	10,8	7,2	*idem.*	
9		10,7	11,0	7,2	neige.	Vent de S. O.
11		10,5	11,0	6,5	*idem.*	assez fort pen-
12		10,4	11,0	6,7	*idem.*	dant toute l'a-
2		10,3	11,3	5,6	*idem.*	près-midi.
3 ½		9,6	11,3	6,5	*idem.*	
4 ½		9,5	11,1	6,7	*idem.*	
5		9,5	11,0	7,9	*idem.*	
5 ½		9,6	11,0	7,0	*idem.*	
6		9,6	11,0	7,0		
8		9,9	11,1	7,6	br. cal.	

On voit que le maximum d'abaissement a eu lieu au St. Bernard, vers quatre heures et demie, c'est-à-dire, à une époque bien rapprochée de celle à laquelle il a eu lieu à Genève, située plus de mille toises au-dessous du St. Bernard, et à plus de seize lieues de distance, à vol d'oiseau.

Observations faites à Berne.

Mr. Em. Fuëter, membre de la Société Helvétique des sciences naturelles, et observateur exact et très-assidu nous écrivoit ce qui suit, à la date du 4.

« Le phênomène barométrique dont nous venons d'être témoins me paroît assez important pour qu'une observation faite dans notre ville mérite d'être conservée, et réunie à la collection de celles qui, sans doute, vous parviendront de divers points de l'Europe.

Je prends en conséquence la liberté, Mr., de vous transmettre copie d'une suite d'observations toutes faites par moi-même, ce qui les met à l'abri des différences auxquelles la variété des observateurs pourroit donner lieu. Elles sont réduites à la température normale de + 10 R. d'après la méthode de Ramond, et faites sur un bon baromètre à syphon, dont le diamètre intérieur est de trois lignes et demie de France, muni d'une échelle entière, mobile, divisée par Schenk. La hauteur de son niveau au-dessus du sol, (place de la cathédrale) est de 34,3 pieds de France. »

Suit un tableau des observations, de quart d'heure en quart d'heure, de neuf heures du matin à dix heures et un quart du soir dans la journée du 2. Nous transcrivons seulement celles faites toutes les heures ; et celles tous les quarts d'heure aux environs du minimum.

	heures	*Barom.* p.	l.
Fév. 2	9....	25	4,12
	10....	—	3,82
	11....	—	3,43
	12....	—	2,68
	1....	—	2,33
	2....	—	2,65
	3....	—	2,73
	4....	—	2,45
	$4\frac{1}{4}$...	—	2,50
	$4\frac{1}{2}$...	—	2,48
	5....	—	2,60
	6....	—	2,78
	7....	—	3,15
	9....	—	3,77
	$10\frac{1}{4}$...	—	4,22

On voit d'après ce tableau, que pend. la desc., de légères oscil. sembloient tendre à faire remont. le merc. Un minimum a lieu à 1 h. mais il paroît d'accident, car le barom. après avoir un peu remonté, à 2 et 3 h. redescend à 4 h. et se maintient aux environs de 25. 2,50 pendant trois quarts d'heure. C'étoit l'époque du minimum observé à Genève.

Notre correspondant nous donne aussi, d'heure en heure, la marche rapidement ascendante du mercure, du 3 au 4. Nous en extrayons les deux époques observées à Genève aux mêmes heures ; le 3 à deux heures après midi et le 4 à sept heures du matin, le baromètre monta à Berne de 6,75 lignes ; on a vu qu'il étoit monté à Genève de six lig. trois quarts, c'est-à-dire, rigoureusement de la même quantité dans le même intervalle. — Mr. F. ajoute :

« Le minimum observé à Berne depuis 1760 étoit de 25,315 le 25 décembre 1821. Le voici surpassé par 25. 2,33. »

» Le temps étoit calme et brumeux. Avant midi les girouettes indiquoient E. S. E., ensuite N. E., puis N., et le soir N. N. O. Le vent étoit très-foible et ne se renforça pas la nuit ni le lendemain matin ; de onze heures à midi, il plut passablement ; le temps resta couvert après midi, la pluie recommença dès trois heures et dura toute la soirée. Vers minuit un vent très-fort s'éleva et dura, mêlé de pluie, jusqu'à huit heures du matin ; dès lors on eut un beau soleil, avec un vent médiocre de O. »

» L'effet de cette commotion atmosphérique bien remarquable ne s'est donc pas fait sentir dans nos environs, mais nous pouvons nous attendre à la nouvelle de quelque explosion violente, soit terrestre, soit aërienne. »

» La hauteur moyenne du baromètre, en janvier à midi a été fort au-dessous de la moyenne annuelle. C'est-à-dire, à 26 p. 3,13. (réduite à + 10 R.). »

La temp. moyen. du même mois a été	au lev. du S.	—5,84 R.
	à 2 h.	0,84
Celle de l'année 1822, au lever du sol.		+ 3,30
à 2 h.		11,48
Moyenne des deux extrêmes		+ 7,39.

« Cette moyenne est précisément d'un degré plus élevée que celle de 1821. »

« Le thermomètre observé est octogesimal, à *minimum*, parfaitement réglé, et exposé au nord, à quarante-sept pieds, de France au-dessus du pavé; à boule libre; distant d'un demi-pied de tout contact et, ni couvert ni influencé par des bâtimens. »

« La hauteur moyenne du baromètre à midi pendant l'année 1822 a été d'après 354 observations, de 26 p. 6 l. 21. C'est la plus haute des moyennes des six dernières années. La moyenne de celle-ci (à la même heure) est de 26 p. 5 l. 58. (Toutes réduites à 10° R.) Dans les cinq premières années il n'a manqué, en tout, que deux observations. »

Observations faites à Soleure.

Mr. Hugi, membre de la Société Helvétique des Sc. Nat., nous a mandé, à la date du 2, les détails suivans. Nous les traduisons de sa lettre, écrite en latin :

« Le mercure étant descendu ajourd'hui jusques à un degré d'abaissement très-rare; persuadé comme je le suis que vous désirez recevoir de plusieurs lieux cette observation, pour tâcher de découvrir dans quelle direction et à quels intervalles de temps cet abaissement se sera manifesté dans divers endroits, je crois devoir vous communiquer ce que j'ai observé moi-même, avec toute la précision dont je suis capable. »

« Hier, à midi (1er fév.) le mercure étoit à 26 p. 0 l., 15. Le vent, foible, venoit de l'ouest. Aujourd'hui, au lever du soleil, il a passé à l'est. D'abord modéré, ensuite très-fort. Le mercure ne cessoit point de descendre; à midi il étoit à 25 p. 5 l., 723, le th. du bar. à + 7, R., et à l'air à + 2. Il descendit encore d'une demi-ligne jusqu'à 1 h. 9; époque où il a remonté de la même quantité, puis il est demeuré stationnaire jusqu'à 7 h. *NB.* Les hauteurs indiquées sont en mesures françaises. »

Observations faites à Strasbourg par Mr. Herrenschmider, Prof. à la Faculté des Sciences de l'Académie.

..... « Le 31 janvier au soir, le baromètre étoit descendu à 27 p. 0 l., 2 (la hauteur moyenne est 27 p. 9 l.). Il continua à descendre par une marche presque uniforme le 1er fév., ainsi qu'on le voit dans le tableau suivant (les hauteurs sont réduites à la température de + 10 R.). »

	Haut. du Bar.				Haut. du Bar.		
	h.	p.	l.		h.	p.	l.
Févr. 1	8	26	11,0	Févr. 2	8	26	7,9
	midi	—	10,7		midi	—	6,6
	4	—	9,8		2	—	5,8
	10	—	9,1				

« La dernière observation (celle de 2 h.) qui a été le maximum de l'abaissement, ne diffère que de 0 l. 5 de celle de 25 décemb. 1821 (24 p. 5 l. 3). »

« Le baromètre remonta ensuite avec la même rapidité avec laquelle il étoit descendu, de manière que le 4 fév. à midi, il avoit atteint la hauteur de 27. 5,8; et ce jour (5 fév.) il continue encore à monter. »

Ces variations du baromètre n'ont été accompagnées d'aucune circonstance atmosphérique remarquable; le temps étoit d'un calme presque parfait; les vents du sud, et du nord-est qui ont soufflé pendant les premiers jours du mois ont été très-modérés; le ciel nuageux et couvert ne fut percé par les rayons du soleil que pendant quelques instants vers le milieu de la journée du 2. »

« On n'a rien observé de particulier dans la variation de l'aiguille magnétique. »

La notice du savant Professeur renferme quelques autres particularités météorologiques qui pourront intéresser nos lecteurs.

« Le froid, qui commença (dit-il) le 28 décembre, s'est prolongé jusqu'au 26 janvier dernier, ce qui fait monter à cinquante le nombre des jours de gelée non interrompue. »

« Une telle continuité de froid n'avoit pas été éprouvée, de mémoire d'homme, à Strasbourg. Le maximum du froid eut lieu le 23 janvier au lever du soleil, le thermomère étoit à — 11 R., le vent étoit au N. E. Il passa au sud le 27, jour où le dégel commença. »

« Pendant ces cinquante jours de froid l'hygromètre à cheveu de De Saussure se maintint entre 91 et 97; et le 30 janv. jour où le dégel fut le plus fort, il étoit à 99°. Le jour du plus grand froid le baromètre étoit à 27 p. 8 l. o. »

Observations faites à Avignon par le Dr. Guérin d'Arguon.

« Je ne crois pas (dit cet observateur) qu'on ait vu jusqu'à ce jour à Avignon un aussi grand abaissement du baromètre que celui qui a eu lieu le 2 fév. Le 24 décemb. 1821 le mercure descendit, dans mon cabinet, élevé de 11 toises 2 p. sur le niveau de la mer, à 27 p. 1 l. 4. Mon père qui observe cet instrument depuis soixante ans, ne l'a jamais vu au-dessous de 27 pouces. »

« Si je n'avois eu plusieurs baromètres sous mes yeux j'aurois crû qu'il s'étoit introduit de l'air dans le mien lorsque le 2 fév. je le vis descendre au-dessous de 27 p. et s'arrêter enfin (à 9 h. $\frac{3}{4}$ du matin) à 724,5 millimètres, ou 26 p. 9 l. 17 le th. du bar. étant, ainsi que l'extérieur, à 11 deg. centig. »

« Aucune variation atmosphérique extraordinaire n'a précédé ou suivi dans nos environs un abaissement aussi remarquable. Le S. S. E. souffloit médiocrement, et la pluie, qui tomboit par intervalles, ne fut, dans la journée et la nuit du 2 que de 7,6 lig. Il n'en est plus tombé depuis cette époque jusqu'au 6 fév.; mais, à coup sûr il a beaucoup plu dans les Alpes, ou bien le vent a fait fondre avec rapidité une quantité de neige, puisqu'on n'a jamais vu une crue du Rhône

aussi grande et aussi soutenue dans le mois de février, et que depuis des années nous n'avons pas éprouvé une inondation aussi considérable. »

« Dans toute l'année 1822 il n'étoit tombé à Avignon que 13 p. 3 l. 4; et 1823, du 15 au 16 janvier, il en est tombé 14,2 lig.; et du 25 au 31, 11 l. 9, ensemble 2 p. 2 l. 1. »

Nous extrayons du tableau donné par le Dr. Guérin des observations barométriques du 30 janvier au 5 fév., celles qui ont eu lieu dans la journée du 2. Ce sont les suivantes.

	h.	*Haut. du Bar.* mill.	*Therm. à l'air.* centig.
Fév. 2	7 m.	725,3	9,0
	9 $\frac{3}{4}$	724,5 (ou 26 p. 9,17 l.)	11,0
	midi	725,5	10,0
	2	728,0	10,0
	8	731,3	8,6
	10	732,5	8,5

Pendant toutes ces observ. le ther. du baromèt. s'est toujours tenu entre 9 et 10 deg. centig.

Le tableau, donné par l'auteur, de la marche du baromètre jusqu'au 5, nous procure encore le moyen de comparer, comme nous l'avons fait pour d'autres stations, les marches ascensionnelles rapides du baromètre, à Avignon, et à Genève, du 3, à 2 h. après midi, au 4, à 7 h. du matin. Il monta à Avignon, dans cet intervalle, de 14,8 millimètres, c'est-à-dire de 6,55 lignes, quantité qui ne diffère de celle observée à Genève dans le même intervalle, (de 17 heures) que de 0,2, c'est-à-dire $\frac{2}{10}$ d'un millimètre. Cette parité dans la marche ascendante, à une aussi grande distance, est encore bien remarquable.

Pour établir le degré de confiance qu'on peut accorder à ses instrumens, le Dr. observe qu'ils suivent la marche d'un excellent baromètre de Fortin, que Mr. Delcros, Capitaine au corps R. des Ingénieurs Géographes, qui le possédoit, avoit comparé avec celui de l'Observatoire de Paris. On remarqua le même accord au sommet du Mont Ventoux où l'air ne

soutenoit plus que 612 millimètres de mercure. Il croit Avignon un peu moins élevé au-dessus de la mer que ne l'a estimé le même Ingénieur. Un très-grand nombre d'observations barométriqnes lui donnent pour la hauteur moyenne des eaux du Rhône sous le pont de bois, au-dessus de la Méditerranée, 7 toises 3 pieds 4 pouces. L'auteur a joint à l'intéressante communication qui précède le documeut suivant qui n'aura pas moins de prix pour les Physiciens météorologistes.

Tableau des plus grandes hauteurs et des plus grands abaissemens du baromètre observés à Avignon, de 1802 à 1822 inclusivement.

PLUS GRANDES HAUTEURS.			MOINDRES HAUTEURS.	
1802	28. 8,2	26 Janvier	27. 1,8	11 Janvier
1803	28. 7,8	3 Décem.	27. 1,0	11 Janvier
1804	28. 6,8	20 Novem.	27. 5,7	16 Avril..
1805	28. 8,2	5 Novem.	27. 2,5	2 Janvier
1806	28. 7,5	25 Décem.	27. 3,2	4 Novem
1807	28. 6,9	7 Janvier	27. 3,8	8 Mars.
1808	28. 7,1	9 Janvier	27. 4,0	23 Décem.
1809	28. 7,0	4 Mars. .	27. 6,4	22 Janvier
1810	28. 7,5	6 Janvier	27. 6,0	6 Mars.
1811	28. 6,8	28 Mars. .	27. 4,0	27 Octob.
1812	28. 6,5	28 Décem.	27. 2,0	16 Décem.
1813	28. 6,0	9 Février	27. 6,3	3 Décem.
1814	28. 7,1	11 Février	27. 2,0	3 Mars. .
1815	28. 7,3	27 Février	27. 5,1	28 Janvier
1816	28. 6,7	25 Février	27. 4,0	8 Février
1817	28. 8,0	26 Janvier	27. 4,3	24 Décem.
1818	28. 8,9	31 Octob.	27. 5,4	17 Avril.
1819	28. 6,8	10 Janvier	27. 4,7	31 Décem.
1820	28. 6,7	10 Décem.	27. 4,9	3 Mars.
1821	28. 10,2	7 Février	27. 1,4	24 Décem.
1822	28. 7,3	1 Mars. .	27. 7,3	15 Janvier
1823	28.		26. 9,17	2 Février 9 h. $\frac{3}{4}$ m.

Observations faites à Toulouse.

Nous lisons dans le Journal de Toulouse du lundi 3 fév. l'article suivant :

« Dans la nuit du 1.e au 2 février le baromètre a présenté le phénomène du plus grand abaissement qui peut-être ait jamais été observé. Quoique, depuis trois jours il fût déjà au-dessous du terme marqué *variable*, il baissa, d'abord de six lignes dans la journée du 30 et du 31 janv. Le 1.e février, à sept heures du matin, il marquoit 26. 10,1, A trois heures du soir, il descendit à 9,2 ; à neuf heures et demie à 8 ; et à onze heures trois quarts, à 26, 7,1, qui est le terme où le même baromètre, au même lieu, s'arrêta dans la nuit désastreuse du 24 au 25 déc. 1821. »

» Voyant que le mercure ne cessoit point de descendre, je me suis décidé à chercher à en saisir le terme. Voici mes observations.

	p	li.
A minuit $\frac{3}{4}$	26	6,1
1 h. $\frac{3}{4}$	—	5,6
2 $\frac{1}{4}$	—	5,1
2 $\frac{3}{4}$	—	4,8
3 —	—	4,7
3 $\frac{1}{2}$	—	4,9

» Voyant dans la dernière observation que le mercure commençoit à remonter, j'ai cessé de l'observer. »

» A l'époque de décembre 1821 le mouvement de baisse fut plus rapide (neuf lignes en vingt-quatre heures). On peut donc espérer que le dérangement de temps dont cet abaissement est le plus sûr présage, n'aura pas été accompagné de circonstances aussi funestes. Mais, en décembre 1821 le baromètre retomba assez vite ; or, le matin à sept heures et demie, il n'étoit encore qu'à 27 p. 5 lig., et la durée de cet abaissement ne permet pas de rassurer entiè-

rement sur ce sujet, d'autant plus qu'un vent d'ouest fort a succédé au vent de sud qui régnoit hier, sur-tout dans la soirée. Il est à remarquer encore, que le thermomètre qui, à dix heures et demie du soir ne marquoit que 5 $\frac{1}{2}$ R. a marqué 6 $\frac{3}{4}$ à une heure et demie, et qu'à sept heures du matin il marquoit encore 6 $\frac{3}{4}$. »

J. L. A.

Ainsi donc, nous savons déjà que, de Strasbourg à Avignon, sur une ligne de cent trente lieues, au milieu de laquelle, (à très-peu près) se trouve Genève, et de Strasbourg à Toulouse, villes distantes de cent quarante-trois lieues l'une de l'autre ; l'abaissement du baromètre le 2 février, a été extraordinaire, et presque simultané ; résultat qui confirme ceux du même genre que nous avions recueillis à l'occasion de la grande dépression du 25 décembre 1821. Nous serons probablement à portée d'ajouter à ces données d'observation quelques autres rapports venant de plus loin, et qui étendront peut-être encore la sphère de cette influence, si inexplicable par les théories communes, et qui, tantôt a des conséquences violentes, tantôt s'exerce sans autre effet apparent que cette oscillation barométrique, signe d'un changement brusque dans la pression de l'atmosphère, allégée par une cause soudaine et inconnue.

PHYSIOLOGIE-VÉGÉTALE.

PHYTO-ELECTRO-CHEMISCHE VERSUCHE, etc. Expériences Phyto-electro-chimiques, et sur les modifications qu'éprouvent les carbonates d'alkali dans le vide; l'emploi chimique et technique de la raréfaction de l'air; et la réduction des oxides métalliques par l'hydrogène. Par le Prof. DÖBEREINER à Jena. (*Annales de Physique et Chimie de Gilbert* 1822. 10e *cahier.*)

(*Traduction*).

J'AI fait dans mon dernier Cours de chimie végétale un grand nombre d'expériences nouvelles, dont je vous communique les deux suivantes qui pourront vous offrir quelqu'intérêt.

Pour étudier l'influence des différentes pressions de l'air, sur la végétation, ou pour mieux dire sur la grandeur et la forme des plantes, j'ai fait germer en même temps, de l'orge dans de l'air raréfié de moitié, dans lequel l'éprouvette barométrique se soutenoit à quatorze pouces; et dans de l'air condensé au double de l'état ordinaire, c'est-à-dire, sous une pression de $2 \times 28 = 56$ pouces de mercure. Dans l'une et l'autre expérience les grains étoient semés dans du terreau de bruyère, et également humectés. Chacune des deux cloches dans lesquelles le procédé de la germination s'opéroit, contenoit environ 320 pouces cubes, et par conséquent il y avoit dans la première $\frac{320}{2} = 160$ pouces cubes d'air atmosphérique; et dans la dernière, $320 \times 2 = 640$ pouces cubes du même fluide.

La germination de l'orge eut lieu presque en même temps sous les deux récipiens, et les folioles naissantes montrèrent

à-peu-près la même teinte de vert; mais, au bout de quinze jours, on vit dans les deux cloches les différences suivantes.

Les pousses avoient atteint, dans l'air raréfié, la hauteur de 6 pouces, et celle de 9 à 10 dans l'air condensé. Les premières étoient déployées et molles; les dernières étoient roulées autour de la tige, et solides. Enfin, les premières étoient humectées à leur surface, et sur-tout vers la pointe, de gouttes d'eau, dont deux étoient toujours vis-à-vis l'une de l'autre; et les dernières étoient au contraire presques sèches, sur-tout à la surface. Cette différence me surprit, ainsi que mes auditeurs; je serois disposé à croire que la diminution de la stature des plantes à mesure qu'on s'élève dans les montagnes, dépend plutôt de la diminution de la pression que de celle de la chaleur. Le phénomène des gouttes d'eau sur les feuilles qui végétoient dans l'air raréfié, m'a rappelé le rapport d'un jeune anglais, qui a traversé l'Amérique espagnole, comme prisonnier, et qui remarqua que sur les plus hautes montagnes de ce pays les arbres transpirent continuellement de l'eau même par un temps très-sec, et cette eau tombe en forme de pluie. Probablement les plantes qui croissent dans cet air raréfié sont plus poreuses que celles qui végètent dans l'air plus dense, et qu'elles condensent par conséquent l'eau contenue en vapeur dans l'air, plus activement que celles qui ont moins de pores. Je ne veux que rappeler ici que la condensation des vapeurs dégage le calorique et le met en action, ce qui procure la première condition de la végétation dans les hautes régions.

J'ai exécuté aussi le procédé de germination dans le circuit électro-magnétique, essai proposé par le C. de Bucquoy (Annale de Phys.) J'ai soumis des grains d'orge à cette expérience en employant l'appareil électro-magnétique du Prof. Gilbert; j'entourai la feuille de zinc là où elle étoit verticale et le plus loin du vase de cuivre, d'une boîte sans

fond, remplie de terreau de bruyère humecté, et j'y semai douze grains d'orge dont neuf levèrent. Les folioles qui se développèrent montoient vers la surface extérieure de la feuille de zinc, d'abord un peu inclinées dans le sens où elles tendoient à s'en écarter, et ensuite verticalement. Mais, du côté de la surface intérieure de la feuille de zinc les folioles s'inclinoient toutes, vers l'horison, et aucune ne suivit la verticale. Le circuit étoit dirigé de l'est à l'ouest; et toutes les folioles intérieures se courboient par conséquent vers l'horizon, du côté de l'est. Mais il faudroit d'autres expériences pour découvrir si ce phénomème a été la conséquence de l'action électro-magnétique, ou bien s'il est le résultat de la forme et de l'inflexion de la feuille de zinc.

Effets du vide sur les carbonates d'alkali.

J'ai répété les expériences sur les effets du vide sur les alkalis carbonatés, avec une machine pneumatique nouvelle; et j'ai trouvé qu'ils laissent échapper un quart de leur acide carbonique lorsqu'on les dissout dans la plus petite quantité d'eau, dans le vide, ou qu'on les y laisse pendant environ une demi-heure, couverts d'un peu d'eau. Si on les met ensuite dans un tube gradué rempli de mercure, en contact avec une solution concentrée de sulfate oxidulé de manganèse, il ne se dégage qu'environ la moitié de la quantité de gaz acide carbonique de ce qui s'en dégage ensuite quand on ajoute une quantité d'acide suffisante pour la décomposition de l'oxidule de manganèse carbonaté qui s'est formé. Ces carbonates d'alkali sont alors modifiés de la même manière que le natron rayonnant de Tripoli que j'ai reconu être composé comme suit :

Carbonate de natron	1 = 30 natron + 41,4 acide carb.
Carbonate acidulé, id.	1 = 30 ..... + 20,7 acide carb.
Eau	4.

Cette même composition se forme lorsqu'on verse sur du carbonate de soude environ quatre parties d'eau et qu'on chauffe le tout jusqu'au terme de l'ébullition, jusqu'à-ce que le dégagement du gaz cesse. Je n'ai cependant pas pu obtenir une cristallisation rayonnante.

On voit ici bien clairement la similitude des effets du vide, ou de l'eau élevée à l'ébullition ; ou plutôt de l'intermède de l'eau assez réchauffée par la température communiquée, pour que ses vapeurs fassent cesser la pression de la colonne d'air qui pèse sur le composé. Dans les cas où l'on désire produire très-rapidement l'effet du vide on devroit réunir les deux actions, la suppression du poids atmosphérique, et la haute température.

Les hydrates décomposables dans le vide éprouvent cet effet en très-peu de temps si on les expose à la chaleur de la vapeur bouillante, sous la pression atmosphérique ordinaire, en les mettant dans une petite retorte tubulée, dont le col est exactement luté au récipient de la pompe pneumatique après avoir placé dans ce récipient une soucoupe remplie d'acide sulfurique concentré, et avoir fait le vide.

Le vide est encore d'un plus grand avantage dans les distillations en grand ; mais il faudroit dans ce cas, par exemple, pour la distillation des eaux-de-vie, pouvoir employer des moyens plus simples et plus économiques que la pompe pneumatique. Une colonne d'eau, haute de trente-trois pieds, enfermée dans un tube vertical d'un assez grand diamètre, videroit en peu de minutes un récipient de distillation qu'on auroit rempli d'eau privée d'air, et qui seroit en communication avec le tube ; mais où sont les localités qui permettent un appareil de la hauteur nécessaire pour produire cet effet? Le vide opéré par l'eau vaporisée, ne procureroit pas entièrement l'avantage cherché ; mais peut-être l'acide carbonique, qui se dégage en si grande abondance dans la fermen-

tation spiriteuse pourroit-il être employé avec avantage pour produire un grand vide, parce qu'il est rapidement absorbé par la chaux éteinte avec de l'eau.

Quant à la réduction des métaux par l'hydrogène, l'auteur renvoie pour les détails à un Mémoire antérieur que nous n'avons pas sous les yeux, et dont la lecture pourroit seule éclaircir ce que l'exposition suivante présente d'obscur. Nous le traduisons littéralement.

L'appareil que j'ai employé (dit-il) pour enlever au chlore toute son eau, et pour l'oxidation et la désoxidation des métaux, peut être mis en œuvre avec succès pour réduire les oxides métaliques par l'hydrogène (1) tiré de l'acide muriatique par le moyen du zinc, et conduit au travers d'un tube rempli de muriate de chaux, sur l'oxide dont on veut dégager l'oxigène; cet oxide est renfermé dans un second tube qu'on chauffe par le moyen d'une lampe à esprit-de-vin, la parfaite dissolution du zinc, avec effervesence, dans l'acide muriatique, la composition immédiate de l'oxigène en eau avec l'hydrogène dégagé, et la réduction de l'oxide à l'état métallique qui a lieu simultanément, sont des phénomènes frappans pour le spectateur, et qui donnent à l'étude de la chimie, l'aspect le plus attrayant.

(1) *Annales de Physique*, par Gilbert, Tome 68, p. 84.

MÉDECINE.

DISSERTATION QUI A OBTENU LE PRIX DE LA FONDATION DE BOYLTON, sur cette question : *Les médicamens peuvent-ils être introduits dans l'économie animale avec sécurité et avantage en les injectant dans les veines ?* Par Mr. E. HALE, M. D. Boston 1821; avec cette épigraphe : (1)

Timeo danaos et dona ferentes.

(*Extrait*).

ON rencontre dans la pratique des cas, rares à la vérité, où un médicament particulier est fortement indiqué en même temps qu'il y a une impossibilité absolue de l'administrer. Un obstacle mécanique de l'œsophage seroit enlevé par un vomissement ; si cet obstacle lui-même n'en étoit pas un à l'introduction de l'émétique ; et plus souvent, une irritation de l'estomac empêche d'administrer un purgatif dans des cas où ses effets seroient très-salutaires. D'après cela, il est intéressant de rechercher s'il n'y a pas quelqu'autre mode d'introduire des médicamens dans l'économie animale, et en particulier, si on ne peut pas réussir en les injectant dans les veines.

Sir Christophe Wren, alors Dr. et Prof. à l'Université

(1) L'auteur ne s'est occupé dans cette dissertation que de l'effet des émétiques et des purgatifs. L'action des autres médicamens sur les animaux étant trop obscure pour en obtenir aucun résultat satisfaisant.

d'Oxford, à la suite de recherches sur la transfusion du sang, paroît être le premier qui se soit occupé de cette question. Déjà en 1665 il fit plusieurs expériences sur des chiens; il injecta de l'opium dans les pattes postérieures de l'un d'eux. L'animal fut engourdi mais il n'en périt pas, tandis que celui auquel on injecta une infusion de safran des métaux eut des vomissemens, et périt.

Ces expériences furent répétées à Pise deux ans après, avec des résultats semblables.

Bientôt on essaya d'injecter des médicamens dans les veines chez les hommes. On trouve dans les *Trans. Phil.* pour 1667 un Mémoire intitulé, Quelques expériences nouvelles sur l'injection des substances médicamenteuses dans les veines avec les guérisons qu'on a obtenues, par Fabricius de Dantzig.

Ayant le désir, dit ce médecin, de voir quel seroit le résultat de l'injection des médicamens dans les veines humaines, *nous jugeames convenable* d'en faire l'essai sur trois sujets qui se trouvoient *fort à propos* dans notre hôpital. Prévoyant que les altérans ne nous offriroient que des effets peu concluans, nous pensames que nos expériences seroient plus sûres et plus évidentes, en nous servant de purgatifs. Nous injectames deux gros d'un laxatif, au moyen d'un syphon, dans la veine du bras droit. L'un de ces trois malades étoit un soldat robuste, mauvais sujet, atteint d'affections syphilitiques très-graves, et d'exostoses considérables aux deux bras. Lorsqu'on eut terminé l'injection il se plaignit de grandes douleurs dans les coudes, qui se dissipèrent spontanément. Quatre heures après, il eut quelques garderobes qui continuèrent le jour suivant. Les exostoses, et autres symptômes de la maladie dont il étoit atteint, disparurent sans que l'on eût fait aucun autre remède quelconque.

Les deux autres personnes étoient, l'une une femme ma-

riée âgée de trente-cinq ans, l'autre une servante âgée de vingt ans. Toutes les deux avoient, dès leur bas âge, de violentes attaques d'épilepsie, qui ne laissoient presqu'aucune espérance de guérison; on injecta à toutes deux une résine laxative dissoute dans une teinture anti-pileptique. La première eut de légères selles quelques heures après l'opération. Le jour suivant les accès revinrent plus rarement et plus foibles. Dès lors ils ont entièrement cessé. La seconde eut quatre selles le même jour, plusieurs le lendemain, mais étant sortie, elle prit froid, et à la suite de quelques écarts de régime, elle mourut. Un fait remarquable est, que ces trois malades, peu après l'opération, eurent des vomissemens excessifs, mais sans effort.

L'année suivante on trouva dans les *Trans. Phil.* l'extrait d'une lettre encore écrite de Dantzig, adressée à l'Honorable Mr. Boyle, contenant quelques expériences heureuses sur l'injection des médicamens dans les veines de l'homme.

Mr. Smith, dit la lettre, médecin de cette ville, *ayant obtenu la permission* de faire des expériences sur quelques personnes atteintes d'affections syphilitiques réputées incurables, essaya d'ouvrir la veine et par cette voie de faire parvenir des médicamens dans le sang. Il fit ces essais sur deux personnes, dont l'une mourut. Cependant étant encouragé par quelques-uns de ses correspondans de la Société Royale de Londres, ce même Mr. Smith, secondé par un vieux médecin, injecta des médicamens altérans dans la veine du bras droit de trois personnes. L'une étoit impotente de la goute, l'autre étoit sujette à de fortes attaques d'épilepsie; la troisième étoit réduite à l'extrémité par une plique. Le gouteux se trouva bien dès le lendemain, et bientôt après, comme c'étoit le temps de la moisson, se disant guéri, il quitta l'hôpital pour aller travailler. L'apoplectique n'a plus eu d'attaques. Plusieurs ulcères de celui

qui étoit atteint de la plique furent cicatrisés ; et dans l'espace de trois semaines ces deux personnes purent aussi se remettre à l'ouvrage.

Les effets peu croyables attribués à ce mode d'introduction des médicamens, détruisent la confiance que l'on pourroit accorder à ces expériences.

Tel est le résultat des recherches du Dr. Hale sur l'introduction des médicamens dans les veines de l'homme, ou des animaux, jusqu'à celles que, depuis quelques années, de célèbres physiologistes ont faites, dans un but bien différent.

Cette méthode par injection dans les veines donne lieu à notre auteur d'examiner deux questions. L'une de déterminer si l'excitabilité particulière des tuniques des vaisseaux sanguins peut permettre à ceux-ci de recevoir et de transmettre des fluides qui n'ont pas été préalablement assimilés par les organes digestifs.

L'autre, de savoir si l'action des substances ainsi introduites, ressembleroit à celle qu'elles ont, lorsque l'estomac les reçoit.

(1). Les terribles effets, très-connus, de l'introduction de l'air dans les veines sembleroient indiquer dans ces vaisseaux un degré d'excitabilité qui s'accorde mal avec la présence des corps étrangers. Puisque l'air produit des effets si dangereux, quelle que soit d'ailleurs l'action particulière des substances introduites, la chance d'en laisser pénétrer quel-

---

(1) « Dès qu'une quantité quelconque d'air est introduite dans le » système vasculaire, le mouvement du cœur se précipite; l'animal » s'agite, pousse un cri douloureux ; est pris de mouvemens con- » vulsifs, tombe privé de la vie animale, vit encore organique- » ment pendant un certain temps, et bientôt cesse entièrement d'e- » xister. » (Bichat, *Rech. physiol. sur la vie et la mort*, p. 179.)

ques bulles avec elles dans la circulation, ne rendra-t-elle pas toujours cette injection une pratique extrêmement périlleuse ?

La substitution dans les artères, du sang veineux au sang artériel, fait naître des doutes analogues; car si cette substitution de fluides, en apparence aussi semblables, détermine les symptômes les plus fâcheux, combien devront être plus dangereuses encore des substances étrangères qui ont à peine reçu les premiers degrés d'assimilation ! Une autre chance fâcheuse de cette méthode résulte de la possibilité de l'inflammation de la tunique interne de ces vaisseaux. La piqûre d'une veine avec une lancette rouillée est suffisante dans quelques cas pour produire l'inflammation de cette veine. L'irritation qui doit résulter de l'introduction d'une substance étrangère n'offriroit-t-elle pas plus de chances encore de l'enflammer.

Si ces considérations *a priori* concourent toutes à faire regarder l'injection veineuse comme une pratique périlleuse, l'expérience actuelle, d'après notre auteur, et tous ceux qui se sont occupés de ce sujet, montre que ces dangers sont réellement beaucoup moindres qu'ils ne le paroissent d'abord, et que le plus souvent l'effet produit n'est pas différent de celui que déterminent naturellement les médicamens pris selon la manière ordinaire.

Les expériences des Fontana, des Brodie, des Magendie et sur-tout d'Orfila, non-seulement ont montré que l'excitabilité des veines n'empêchoit pas l'introduction des fluides étrangers, mais même que dans certaines circonstances ces injections veineuses pouvoient être faites avec sécurité.

Mr. H. fait observer qu'il ne faut cependant point oublier que la différence de l'homme à l'animal ne permet pas d'appliquer rigoureusement au premier ce qui a été observé sur le second. Certains poisons paroissent agir sur le chien moins

que sur l'homme ; et des différences analogues s'observent également entre les quadrupèdes d'espèces différentes.

Quant à ce qui se rapporte à la similarité d'action d'une même substance, introduite par les différentes voies par lesquelles on peut l'administrer, on observe que le mercure par exemple, se porte également aux glandes salivaires, soit qu'on l'ordonne en frictions ou qu'on l'introduise dans l'estomac : mais pour les émétiques et les cathartiques, comme le temps qui s'écoule entre l'époque de l'administration, et celui où ils commencent à agir paroît à peine suffisant pour qu'ils aient eu le temps d'être absorbés et d'agir sur-tout le système, l'action de ces médicamens a été généralement considérée comme le résultat de l'application locale du stimulant sur l'organe destiné à entrer en action.

Si cette explication de la manière d'agir des médicamens est vraie, comment un émétique pourroit-il aller porter son action directement sur l'estomac quand on l'injecte dans les vaisseaux? Pour cette fois encore le fait paroîtroit presqu'impossible si l'on devoit se diriger d'après le raisonnement seul; mais le résultat des expériences est, qu'en général les effets des divers médicamens sont à-peu-près les mêmes, de quelque manière qu'ils aient été introduits dans l'économie animale.

Le Dr. Hale a souvent répété cette expérience, faite par MM. Hunter et Hume, par laquelle on applique de l'arsenic sur une blessure faite à un chien. Le résultat en est que l'animal périt par une inflammation de l'estomac généralement plus violente que lorsque le poison a été avalé.

Cette inflammation s'établit avant qu'il y en ait aucun signe dans la blessure. Le muriate de baryte, le tartre émétique, etc., produisent aussi leurs effets de la même manière. Tous ces résultats ont éte confirmés par les expériences bien connues, qu'a faites Orfila.

Jusqu'ici, les expériences si nombreuses et si variées qui

ont été faites, sur-tout avec des poisons, ont eu pour but d'éclairer des points douteux de physiologie. Celui du Dr. H. a été d'en faire une application directe à la pratique de la médecine, en cherchant à déterminer s'il étoit facile d'injecter les médicamens dans les veines; quel étoit le danger de l'inflamation de ces vaisseaux; et à comparer autant que possible les effets de cette médecine par injection, avec ceux que ces médicamens produisent lorsqu'on les a pris par la bouche. Il entend par ces effets, leur mode d'action, leur promptitude et leur violence.

Ces recherches offrent un degré d'intérêt, pour le moins égal à tout ce qui a été fait jusqu'à présent.

De toutes ses experiences la plus intéressante et qui mérite d'être rapportée, c'est celle qu'il a eu la témérité de faire sur lui-même, ne paroissant pas avoir eu connoissance de cette asphyxie que peut produire l'huile lorsqu'elle a été injectée dans les veines en trop grande quantité.

« Mes expériences, dit-il, et celles des autres médecins sur les différens animaux, m'ayant convaincu que certains médicamens doux pouvoient être injectés dans les veines sans danger, je résolu d'en faire l'essai sur moi-même. En conséquence, je remplis un vase, de demi once d'huile de ricin exprimée à froid, et je la plaçai dans un bassin plein d'eau à 100° F. (=38° centig. environ). Je fis passer dans la seringue un gros de cette huile, et je le plaçai dans le bassin, mon intention étant de n'injecter d'abord qu'un gros, et de ne continuer l'injection que dans le cas où je n'aurois éprouvé aucun inconvénient. Quand j'eus achevé toutes les préparations que je jugeai nécessaires, je m'assis, et comptant mon pouls, je trouvai qu'il battoit quatre-vingt fois par minute. J'étois en bonne santé, mais je ne pouvois me défendre d'un peu d'agitation, et d'émotion, en réfléchissant à la nouveauté et à l'incertitude d'exécuter sur moi-même une expérience qui, autant que je pou:

vois le connoître, n'avoit jamais été tentée sur l'homme : c'étoit là ce qui avoit un peu accéléré mon pouls (1). Un aide entoura mon bras gauche d'une ligature, comme pour l'opération de la saignée, et ouvrit la veine médiane par un assez large orifice, prenant un soin particulier de faire correspondre exactement l'ouverture de la veine avec celle de la peau. Il essaya alors d'introduire le tube d'argent, pendant que je tenois un vase pour recevoir le sang qui couloit librement. Mais étant un peu ému, il ne put pas introduire le tube dans l'orifice de la veine. Comme il n'y avoit pas de temps à perdre, je pris le tube moi-même ; et après plusieurs essais infructueux qui me causèrent beaucoup de douleur, je réussis à l'introduire. Nous ôtames immédiatement la ligature, et nous commençames à injecter l'huile. L'hémorrhagie cessa dès que la ligature fut relâchée ; nous estimâmes à environ huit onces la quantité de sang perdu avant que cela fut achevé.

« L'injection de l'huile fut une opération lente. En conséquence du retard résultant de la difficulté d'introduire le tube, la température de l'huile se trouva réduite à environ 70° F. (21° centig.). Elle étoit, par conséquent, moins limpide et injectée plus difficilement dans la veine par le petit tube ; mais le principal empêchement vint de la difficulté de faire parvenir l'huile dans le torrent de la circulation après son introduction dans la veine. Elle tendoit à refluer et à ressortir par le côté du tube, et à se répandre dans le tissu cellulaire et sur le bras. Pour empêcher cela nous injectâmes l'huile très-lentement, et dès qu'il y en avoit une petite quantité rassemblée dans la veine on étoit obligé de la pousser en avant en promenant les doigts légèrement le long du bras, jusqu'à ce qu'elle eût disparu. Pendant que nous injectâmes le pre-

(1) L'auteur ignoroit alors les expériences de Fabricius et de Smith.

mier gros d'huile, j'observai soigneusement mes sensations en tenant ma main sur la région du cœur afin de m'assurer complètement s'il n'y avoit pas quelque symptôme extraordinaire; après que ce gros eût été introduit, nous attendîmes deux ou trois minutes pour observer ses effets, avant d'en injecter d'avantage. Mais n'apercevant rien d'extraordinaire, nous procédames à l'injection du reste de la demi-once. Pendant l'opération, nous en perdîmes environ un gros par le reflux de l'huile au dehors de la veine. Nous le remplaçâmes par un autre gros, et l'injectâmes de manière à compléter la demi-once.

Il étoit plus d'onze heures du matin quand la veine fut ouverte, et nous fumes occupés pendant vingt-cinq minutes pour achever l'injection. Afin d'être certain que l'huile avoit été introduite, et d'en retenir autant que possible, je fis parvenir le tube à quelque distance dans la veine : pendant presque tout le temps il n'y en eut pas moins de trois quarts de pouce de longueur dans l'intérieur du vaisseau. Il n'y eut pas d'hemorrhagie quand le tube fut retiré. Il y avoit une tumeur grosse comme la moitié d'une noix au-dessous de la veine à la partie interne du bras, produite en partie sinon en totalité, par l'effusion de l'huile dans le tissu cellulaire, et augmentée peut-être, par l'extravasion simultanée d'un peu de sang. On mit une compresse sur la blessure, et un bandage fut appliqué sur le bras, comme dans l'opération de la saignée.

Je me trouvai fort bien pendant les premiers momens qui suivirent l'opération. La première sensation extraordinaire que j'éprouvai étoit un sentiment particulier, un goût huileux à la bouche, un peu après midi; très-peu après, pendant que je lavois le sang de mes bras et de mes mains, et que je parlois de très-bonne humeur, je sentis un peu de nausée avec des éructations et de l'ébranlement dans

les intestins, puis une sensation singulière, impossible à décrire me sembla monter rapidement à la tête. Au même instant je sentis une légère roideur des muscles de la face et de la mâchoire, qui me coupa la parole, au milieu d'un mot, accompagnée d'un sentiment de frayeur et d'un léger évanouissement. Je m'assis, et au bout de quelques instans je me trouvai un peu rétabli.

Cette partie de l'expérience avoit été exécutée dans une chambre à quelque distance de mon appartement. A midi et un quart je me rendis à pied chez moi. J'étois pâle, j'avois toujours le goût d'huile, avec un peu de sécheresse dans la bouche; l'air me fit du bien; après m'être reposé quelques momens, mon pouls battoit soixante-quinze pulsations par minute.

A midi et trente-cinq minutes, le dérangement des intestins continue, et augmente, légère douleur comme si j'avois pris un purgatif, forte éructation, nausée, étourdissement, mon bras est enroidi, ce que j'attribue au bandage.

Midi et trois quarts. Dérangement plus grand encore des intestins, nausée plus forte, encore plus de goût d'huile, bouche moins sèche.

Cinq minutes plus tard, envies d'aller à la garderobe mais sans effet, légères douleurs de tête.

Une heure vingt minutes. La douleur des intestins augmente, elle est aggravée par la pression, besoin urgent d'aller à la garderobe, sans aucun effet, semblable à celui que procure une purgation, la nausée continue.

Deux heures. Mieux; presque plus de nausée, besoins constans d'aller à la garderobe, mais inutiles : ils se répétèrent encore deux fois très-forts dans le courant de la journée, cet état se dissipa plus tard : ayant fait dans l'après-midi quelque mouvement, mon bras saigna assez abondamment, j'eus quelque difficulté, étant seul, à le panser. La blessure du bras devint douloureuse, il survint du gonfle-

ment et de la fièvre, il en fut malade pendant près de trois semaines. » Mr. Hale fut long-temps à retrouver ses forces et sa santé.

Il rapporte avec beaucoup de détails les expériences qu'il a faites sur des animaux, il essaya l'huile de ricin, les infusions de rhubarbe, d'ipécacuhana, de coloquinte, de l'ipécacuanha en poudre, du tartre émétique, de la magnésie calcinée, quelques sels purgatifs, de l'esprit-de-vin étendu d'eau.

L'auteur conclut de ses expériences que le danger dépend essentiellement de la difficulté de proportionner les doses aux effets que l'on veut obtenir pour qu'elles opèrent avec sécurité. Il est convaincu que les émétiques et les purgatifs ont des effets à-peu-près semblables, soit qu'on les prenne par la bouche, soit qu'on les injecte dans les veines, mais que dans ce dernier cas ces effets sont plus prompts et plus violens, ce qui porteroit à croire que lorsqu'on les prend par la bouche, ces médicamens n'agissent qu'après avoir été absorbés et portés dans le torrent de la circulation, et non point en stimulant directement l'estomac ou les intestins.

Il fait plusieurs objections à l'emploi de cette méthode.

L'opération mécanique pour injecter un médicament quelconque dans une veine, est déjà trop grave pour être d'un emploi facile et journalier, sur-tout si on ajoute les chances les plus dangereuses que court le malade, selon la dose que l'on a injectée, la plus petite dose de trop pouvant devenir mortelle.

Tous les émétiques, excepté peut-être l'ipécacuhana, deviennent des poisons, s'ils restent accumulés dans le corps dans une certaine proportion. Par la manière accoutumée de s'en servir, on rejette par les vomissemens précisément cette dose nuisible ; mais si une dose un peu trop forte

d'émétique

d'émétique est injectée dans la veine, l'exédant ne pouvant pas en être expulsé la mort en est la conséquence. Le résultat est le même si l'on empêche par la ligature de l'ésophage qu'une dose trop considérable d'émétique ne soit rejettée par les vomissemens. Ceci a été démontré par les expériences de Magendie. Ce savant auteur a trouvé que quatre grains de tartre stibié occasionnoient rapidement la mort dans les chiens dans ces cas-là, tandis que lorsqu'on les laissoit vomir, soixante-douze grains produisoient rarement aucun effet fâcheux.

Il est difficile de déterminer quelle seroit la dose suffisante pour exciter des vomissemens sans faire courir à l'individu aucun danger quelconque, sur-tout si l'on considère les grandes différences individuelles de tempéramens, de dispositions particulières, et principalement celles que les maladies occasionnent, etc.

L'on peut faire les mêmes objections à la plupart des purgatifs. Les plus actifs d'entr'eux, ou sont des poisons donnés même en petite dose, ou ne peuvent s'administrer qu'en substance, ou dissous dans l'esprit-de-vin.

D'après les expériences de l'auteur, leur emploi n'offre aucune sécurité, et les sels neutres n'ont que peu d'effet.

D'où le Dr. Hale conclut : que cette méthode par injection dans les veines, offre de réels et de grands dangers, et qu'elle est inapplicable dans la pratique de la médecine. « Qui au» roit, dit-il, la témérité de faire une expérience lorsqu'il » a la certitude que l'erreur de deux ou trois grains et peut» être même d'un seul, peut être suivi d'une mort instantanée? » Mais il ajoute que ces recherches faites sur des animaux, tendent à jeter une grande lumière sur la manière d'agir des médicamens; et que par là, elles rendront de grands services à la médecine pratique.

Ct. D. M.

MÉLANGES.

Delle ceneri cadute, etc. Sur les cendres tombées à Naples à la suite de la dernière éruption du Vésuve. (Octob. 1822.) Extrait du Journal de Naples (1).

L'abondance des cendres tombées jusqu'à une très-grande distance du foyer du volcan, avoit donné lieu parmi le peuple à une foule d'idées plus ou moins étranges ou absurdes; mais le Dr. F. Lancelotti, Professeur de chimie appliquée aux arts dans l'Université Royale, s'est occupé à en faire une analyse exacte. Celle de la cendre rouge tombée à Naples le 24 octobre, lui a donné les substances suivantes.

Il a obtenu d'une livre pesant de cette cendre :

Environ quatre-vingt-six grains de sels solubles à l'eau; dont quarante-six grains de sulfate de chaux (gypse), et environ quarante de muriate d'alumine, de muriate de soude, de sulfate de soude et de sulfate d'alumine.

Une substance végéto-animale, de couleur de succin, et exhalant une odeur particulière. Dissoute dans l'alcool, évaporé ensuite, elle répand une odeur entre celles du sucre

(1) Nous avons reçu une quantité assez considérable de ces cendres, en deux échantillons; l'un et l'autre en poudre extrêmement fine, recueillis sur une terrasse à Naples; le premier, le 26 octobre; le second quelques jours après. Le premier est d'une couleur tirant sur la lie de vin; le second est grisâtre; ce dernier tomba avec la pluie, tellement qu'il pleuvoit de la boue. Ces échantillons sont déposés au Musée Académique, de Genève, où les curieux pourront les examiner (R).

brulé et de l'huile de poisson. Dissoute dans l'eau, elle sent la colle de poisson.

La cendre contient très-peu de sels ammoniacaux ; car lorsqu'on la traite avec la potasse, elle fait sentir à peine l'odeur ammoniacale.

Les substances insolubles sont : le fer, le sous-carbonate de peroxide de fer, l'alumine, et la silice.

Il résulte de cette analyse, que les cendres volcaniques ne causeront aucun dommage aux campagnes, mais qu'elles augmenteront d'autant la terre végétale. De plus, notre Prof. a montré par expérience, que cette cendre peut être employée utilement dans l'économie domestique et dans les arts, pour dérouiller et polir le fer et l'acier, comme aussi pour garnir les cuirs à aiguiser les outils tranchans.

Ausserordentlich grosse Dampfmachinen. Machines à vapeur de dimensions extraordinaires. (*Morgenblatt.*)

(*Traduction*).

Les mines de cuivre aux environs de Redruth dans le Comté de Cornouailles, dont l'exploitation a été reprise depuis peu de temps, contiennent d'anciens ouvrages d'une grande étendue, qui doivent être desséchés. Leur longueur est d'environ un mille anglais, et leur profondeur sous le niveau du canal d'écoulement qui conduit l'eau à la mer, est d'environ 260 mètres. Pour pouvoir dessécher cette ancienne exploitation et creuser plus profondément, Mr. Arthur Wolf, a établi trois machines à vapeur ; l'une qui est dans la partie occidentale de la mine, a son cylindre de 1,778

mètres de diamètre, (70 pouces angl.) et elle met en mouvement des pompes, dans une profondeur de 120 mètres. Une seconde machine est établie au milieu, et une troisième dans la partie orientale de la mine. Ces deux dernières ont des cylindres de 2,286 mètres (ou 90 pouces angl.) de diamètre, et le mouvement de leur piston est de 3,048 (ou 10 pieds).

Chaque machine est pourvue de six chaudières, dont trois sont disposées de manière qu'elles peuvent être entretenues par deux feux, et suffisent à faire mouvoir une machine. Les trois autres sont employées quand les premières ont besoin d'être réparées ou nettoyées. La vapeur agit avec une forte pression, et elle est condensée de la manière ordinaire. Ces trois énormes machines sont établies avec le plus grand soin, et toutes leurs parties sont dans la plus parfaite proportion. Quoiqu'elles surpassent en force les machines connues jusqu'à présent, et que le mouvement du piston y soit plus étendu que dans les autres, elles ont marché jusqu'à présent de la manière la plus uniforme, sans secousse ni ébranlement ; sur le pied de dix à douze coups de piston par minute, aussi régulièrement que si elles étoient pourvues d'un volant.

La première de ces machines a consumé dans trente-cinq jours 3800 *bushels* de houille (environ 134 mètres cubes), ce qui fait 3,8 mètres cubes par jour, c'est-à-dire, environ 4230 kilog. de houille. Le poids soulevé est de 591 millions de kilogrammes par jour : chaque kilogramme de houille consumée, élève 139696 kilog. d'eau (environ 140 mètres cubes d'eau) à la hauteur d'un mètre. Ce résultat dépasse celui qu'on obtient de toutes les machines de cette espèce connues.

Le poids des parties principales de ces machines gigantesques est comme suit :

Le cylindre, sans son couvercle ni son fond, pèse 12000

kilog. Il est fondu d'un seul jet, et renfermé dans une enveloppe, d'un plus grand diamètre.

La tige du piston et son axe, pèsent 25000 kilog. Celle qui porte les pompes et le fer qui y est employé, pèsent ensemble environ 40000 kilog.; et, si on ajoute à ce dernier poids celui de la colonne d'eau soulevée par les pompes, et la moitié du poids du grand levier, il en résulte un poids de près de 100 mille kilog. d'un côté de l'axe. Du côté opposé du levier, il existe un contre-poids qui fait équilibre; de manière que les tourillons sur lesquels se meut cet axe, portent une charge de 200 mille kilogrammes.

Le piston parcourt 80 mètres par minute, et met en mouvement cette masse énorme, avec une régularité étonnante. Ces machines font honneur aux connoissances et à l'habileté de Mr. Wolf, et le Comté de Cornouailles lui doit déjà plusieurs améliorations dans les machines à vapeur, qui ont rendu les plus importans services aux mines de cette contrée.

GROSSES STÜCK AMBRA, etc. Sur un gros morceau d'ambre trouvé dans l'île de la Nouvelle-Providence. (*Morgenblatt*).

(*Traduction*).

VERS le milieu de l'année dernière, dans l'île de la Nouvelle-Providence, un matelot fatigué s'assit près de la mer, sur un bloc qu'il estimoit être une pierre. Après avoir dormi là quelque temps, voulant se lever, il se trouva, à sa grande surprise, collé sur son siège. Lorsqu'il arriva au vaisseau un de ses camarades remarqua qu'il étoit comme impregné d'une

odeur assez forte qu'il portoit avec lui ; et quand il apprit où il avoit été, il l'invita à y retourner, mais à tâcher d'arracher la pierre. Le premier n'en avoit pas envie, la trouvant trop lourde ; *tant mieux*, répondit l'autre, tu feras d'autant plus rapidement ta fortune, car je présume que c'est un gros morceau d'ambre qu'on pourroit vendre très-cher. Il monta de suite à cheval, et fut de l'autre côté de l'île, d'où il rapporta ce morceau. Il le montra d'abord à un juif, qui ne lui en offrit pas la dixième partie de la valeur; la trouvaille fut bientôt ébruitée, et le capitaine d'un vaisseau marchand qui se trouvoit alors dans le port, l'acheta pour le transporter en Angleterre. Après qu'il eut passé par plusieurs mains, il fut finalement vendu pour 2300 liv. ster. à raison de 86 shell. l'once.

CORRESPONDANCE.

LETTRE DE MR. TARDY DE LA BROSSY AU PROF. PICTET sur l'abaissement du Baromètre qui a eu lieu le 2 février (1).

Joyeuse (*Ardèche*) 8 *Fév.*

MR.

L'ABAISSEMENT du baromètre à Joyeuse le 2 de ce mois, a tellement dépassé ce que j'avois jusqu'alors observé de plus extraordinaire, qu'il m'est impossible de douter que cette dé-

(1) La lettre ci-dessus ne nous étant parvenue qu'après l'impression de l'article de *Météorologie* sur le même objet, nous n'avons pu l'insérer à sa place naturelle. (R)

tente atmosphérique n'ait été également remarquée très au loin. Cet abaissement a outrepassé de plus de deux lignes et demie celui du 25 décembre 1821; et s'il en a été de même ailleurs, il en résultera, je crois, que le *minimum* de ce jour aura été le plus petit des *minima* dont on ait la connoissance, depuis que le baromètre a été employé à des observations régulières et continues : votre désir de recevoir des informations à cet égard ne doit donc pas être moindre qu'en 1821. Les lecteurs de la *Bibl. Univ.* y sont eux-mêmes intéressés, puisque de l'ensemble de ce que vous aurez recueilli, il ressortira naturellement des moyens de comparaison, à la satisfaction des amateurs de ces sortes d'observations, soit qu'ils n'y portent que l'esprit de curiosité, ou qu'ils aient l'habitude d'en faire un sujet d'étude. Je vous offre, Mr., le précis des miennes dans la notice ci-après, et vous prie d'agréer en même temps l'assurance de la haute considération avec laquelle je suis, etc.

TARDY DE LA BROSSY.

Notice sur l'abaissement extraordinaire du baromètre à Joyeuse le 2 février de cette année, à midi.

Dans la plupart des occasions où l'on se propose de faire connoître des observations barométriques de quelque intérêt, il importe de dire d'abord quelle est la hauteur moyenne reconnue du baromètre, dans le lieu où on l'a observé. Je répète donc que celle du mien, la température du mercure étant ramenée à 10° R.; de même qu'elle l'est dans toutes les observaions dont je viens de rendre compte, est = 27p. 6 lig. $\frac{3}{4}$. Maintenant, lorsque j'aurai dit que le 2 février, à midi, le baromètre, dans mon cabinet, étoit descendu à 26 pouc. 2 lig. $\frac{25}{32}$, c'est-à-dire, à seize lignes au-dessous de

sa hauteur moyenne; et que le 25 décembre 1821, son abaissement fut moindre de deux lignes et demie, on comprendra d'emblée, combien l'abaissement que j'annonce aujourd'hui doit être trouvé extraordinaire, puisque pour pouvoir mettre en parallèle de celui de 1821 quelque chose d'approchant, il a fallu remonter jusqu'aux années 1763, 1768, et 1770.

Je transcrirai plus bas la suite des observations de la marche de l'instrument pendant la durée d'une crise qu'on pourroit qualifier d'*innocente*, puisqu'elle ne s'est manifestée à l'extérieur par aucun de ces éclats qui en 1821 furent si effrayans, là même où ils ne furent pas désastreux; on pourroit dire aussi qu'elle s'est passée à *huit clos*, car on ne l'auroit pas même soupçonnée, si elle ne s'étoit révélée au baromètre.

En revenant en arrière pour parcourir de nouveau tout le temps écoulé depuis le 1.e de janvier, on n'y remarque absolument rien extraordinaire. J'ai dans ce mois compté dix-sept jours de pluie, qui ont donné quatre-vingt-sept lignes d'eau, ce qui n'a rien de surprenant dans notre pays; et d'ailleurs ces pluies n'ont pas eu ce caractère orageux et de véhémence que nous leur voyons assez souvent. Ce qu'elles nous ont donné en eau, a été tout en neige sur les hautes montagnes qui nous cernent en partie, du nord au sud-ouest, à deux, trois, et quatre lieues de distance.

Une douce température s'est maintenue pendant les onze premiers jours du mois. Le 12, il a recommencé à geler. Le 14, le maximum de froid a été $=7^{o}$; depuis le 26 jusqu'à ce jour, il n'a plus gelé; et la moyenne de la température, à midi, n'a guères été au-dessous de 10°.

Les vents très-variables, et le plus souvent de l'est à l'ouest, passant par le nord, ont, en général, beaucoup plus approché du calme que de l'autre extrême. Point de bourasque, et rarement des bouffées de quelque durée.

La moyenne barométrique du mois a été de près de deux lignes au-dessous de la moyenne générale : le 16 à huit heures du soir, le baromètre descendit à 26 pouc. 11 lig. $\frac{6}{32}$, il remonta peu-à-peu les jours suivans. Mais le 31, à midi, ayant trouvé qu'il avoit baissé de près de sept lignes en vingt-quatre heures, et m'étant ensuite aperçu qu'il continuoit à baisser, je fis des observations à des intervalles plus rapprochés : les voici.

		Pouc.	lig.	32e
Janvier le 30	à midi...........	27	5	19
le 31	à midi............	26	10	30
	à neuf heures.....	26	10	24
Février le 1.e	au lever du soleil..	26	10	4
	à midi...........	26	9	10
	au couc. du soleil..	26	8	7
	à dix heures......	26	7	27
le 2	au lever du soleil..	26	4	3
	à neuf heures.....	26	3	12
	à midi...........	26	2	25
	au cou. du soleil..	26	4	20
	à dix heures......	26	6	13
le 3	au lever du soleil..	26	8	3
	à midi...........	26	9	20
	au cou. du soleil..	26	11	12
le 4	au lever du soleil..	27	4	28
	à midi...........	27	5	12

Les 28, 29 et 30 jauvier, ainsi que le 1.e février, ont été des jours de petite pluie.

Le 31 janvier, il tomba vingt-sept lignes d'eau, par une pluie sans averse, mais soutenue tout le jour.

Le 2 février, il en étoit tombé près de quinze lignes, lorsque vers midi la pluie cessa, au moment où le vent de N.O. médiocrement animé, passa au S.O., et s'affoiblit. En

même temps le baromètre devint stationnaire, mais ne tarda pas à prendre la marche ascendante pour remonter en deux jours, jusqu'au point d'où il étoit descendu en trois, ainsi qu'on le voit dans les observations ci-contre. Le 5, il a continué à monter, mais plus lentement; le 6 et le 7, il est retourné à la baisse. Le 8, il a regagné ce qu'il avoit perdu dans ces deux jours. Aujourd'hui (10 février, à midi) il se maintient à environ deux lignes et un quart au-dessus de sa hauteur moyenne, et je le tiens ainsi pour bien *rétabli*.

Je désire que les nouvelles que nous recevrons d'ailleurs sur le même sujet, soient aussi *pacifiques* que les miennes. Ce seroit une rare et très-heureuse exception à ce que de semblables écarts ont toujours fait présumer.

EXTRAIT D'UNE LETTRE DE GÊNES SUR L'ABAISSEMENT DU BAROMÈTRE, etc.

Gênes, le 3 *fév.* 1823.

IL fait un temps extraordinaire; le baromètre étoit hier au soir au-dessous de *tempête*, des éclairs brilloient; aujourd'hui, quoique sans vent, la mer est furieuse, et passe par dessus les murailles. Heureusement pour les navires en mer et dans le port, il n'y a point de vent. L'on redoutoit quelque tremblement de terre.

Nons avons en vérité un hiver curieux et tout n'est pas fini. Les *Fascie* (montagne, sur Portofino) sont de nouveau blanches; il paroît que c'est de la grèle. Vous connoissez le proverbe qu'il doit neiger sept fois lorsque la neige les couvre. Cela s'est déjà vérifié cinq fois.

Du 8 février.

La route de la Corniche n'est pas praticable, la mer y a fait de grands ravages, elle venoit jusqu'à Chiavari. Ici le lazareth est bien endommagé, et les derniers ouvrages de *la Santé*, à la Lanterne sont abîmés. La mer étoit plus grosse qu'au jour de Noël 1821, et cela sans le moindre vent. C'est cette circonstance qui, dit-on, la rendoit plus furieuse; elle venoit battre vers les maisons de St. Pierre d'Arena; et d'après un Rapport fait à la *Santé*, elle a avancé à la *Foce*, de près d'un tiers de mille dans les terres.

D.

NÉCROLOGIE (1).

NOTICE SUR MR. LE COMTE BERTHOLLET, PAIR DE FRANCE, MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, etc.

CLAUDE-LOUIS BERTHOLLET naquit à Taloire en Savoie, le 9 décembre 1748. Après s'être fait recevoir docteur en médecine à l'Université de Turin, il vint à Paris, et il pratiqua son art avec assez de distinction pour mériter d'être un des médecins du Duc d'Orléans, aïeul du prince actuel. Son génie l'entraînoit vers une autre carrière où la gloire l'attendoit. La chimie, qu'il n'avoit d'abord cultivée que comme une branche des études médicales, devint son occupation exclusive et sa passion dominante. Cette science, née de l'alchimie, ne fut durant plusieurs siècles qu'un mélange incohérent de beaucoup d'erreurs qu'elle tenoit de son

(1) Nous empruntons d'un Journal estimé cet article de Nécrologie, rédigé par un Littérateur distingué (Mr. Auger), mis par les circonstances à portée d'aprécier un savant, que ses connoissances et son caractère ont rendu regrettable, à tous les titres. (R)

origine, et d'un petit nombre de vérités rencontrées à la poursuite d'une chimère. Les substances et les composés, malconnus, étoient faussement ou ridiculement dénommés. La manie d'expliquer aux autres ce que l'on ne conçoit pas soi-même, avoit fait imaginer certains principes hypothétiques, à l'aide desquels on rendoit compte de tous les phénomènes dont la cause étoit ignorée. Vainement des faits nouveaux venoient-ils contrarier le système reçu et l'accuser de fausseté; les meilleurs esprits étoient retenus dans les voies de l'erreur par la force de l'habitude, et ils consumoient, à soutenir un édifice ruineux, à en réparer les brèches, à en masquer les irrégularités, des moyens qu'ils auroient mieux employés à l'abattre, pour en reconstruire un nouveau sur ses débris. Cette gloire étoit réservée à d'autres.

Ce n'étoit pas assez qu'une révolution fût jugée nécessaire dans les idées comme dans le langage de la chimie : il falloit des hommes capables de l'entreprendre et de l'exécuter. Heureusement pour la science, il existoit une association de jeunes gens livrés aux mêmes études et liés par l'amitié, au milieu desquels dominoient Lavoisier, qu'une grande fortune mettoit à même de faire les expériences les plus dispendieuses, Fourcroy, qu'une élocution facile et brillante rendoit propre à populariser les idées d'autrui dans des Cours publics, et sur-tout Berthollet, à qui son génie sagace et pénétrant faisoit pressentir les résultats que devoit donner l'expérience. Ainsi, ces trois hommes, doués de facultés diverses, et ornés d'avantages différens, rassembloient entre eux tout ce qui est nécessaire pour créer et pour propager une doctrine nouvelle. Par eux fut renversé l'empire du phlogistique, et la chimie pneumatique prit naissance. Dévancés par le célèbre Guyton de Morveau, sinon dans le projet d'une nouvelle nomenclature, ils se l'adjoignirent, et publièrent la langue chimique que toute l'Europe parle aujourd'hui, langue vraiment analytique et philosophique, où la plupart des mots sont des definitions, oú les composés analogues sont classés au moyen de terminaisons semblales, et où les degrés de proportion sont marqués par des désinences diverses, à la manière des degrés de comparaison dans les langues grecque et latine.

Les travaux particuliers de M. Berthollet se divisent en deux classes : l'une comprend les recherches, les expériences, les découvertes ; l'autre, les ouvrages imprimés. Entièrement étranger à la science de la chimie, si je voulois dire de quels faits nouveaux il l'a enrichie, je ne pourrois être qu'un écho ridicule, et peut-être infidèle, des savans qui en ont déjà parlé. J'aime mieux emprunter ici les propres paroles d'un chimiste éclairé qui a bien voulu suppléer à mon insuffisance, en traçant pour moi cette énumération que lui-même déclare incomplète, des principales découvertes de M. Berthollet :

« Des recherches précieuses que M. Berthollet avoit faites sur l'azote acidifié (acides nitrique et nitreux), furent bientôt suivies de l'analyse de l'ammoniaque. Il détermina avec tant de précision la nature et les proportions des élémens de cet alkali, que depuis aucune correction n'a pu être proposée.

» En retrouvant l'ammoniaque dans les produits des substances animales, il fut conduit à donner la présence de l'azote dans les corps organisés, comme caractère distinctif de l'animalité. Il fit faire par là le plus grand pas, le pas le plus important à la chimie animale.

» Peut-être la théorie des hydracides peut-elle dater du moment où la connoissance des principes de l'amoniaque fit voir l'hydrogène donnant à l'azote les propriétés de base salifiable que l'oxigène communiquoit aux métaux.

» Schéele avoit publié sur l'acide prussique et sur ses diverses combinaisons si utiles aux arts, des observations fines et curieuses, mais isolées et incomplètes. M. Berthollet remplit les lacunes que son prédécesseur avoit laissées, et réunit les phénomènes par une explication claire et naturelle. Ici, encore, il fit reconnoître un composé acide, dans lequel l'oxigène ne se trouvoit pas. Malgré les objections qui s'élevèrent de toutes parts contre ce que l'on regardoit comme un blasphème, on fut contraint de se rendre à l'évidence ; et le doute resté dans les esprits y prépara dès lors une voie à la vérité.

» Les recherches de M. Berthollet sur les combinaisons du soufre

avec l'hydrogène vinrent bientôt après ébranler de nouveau les esprits. Ici, il ne fut plus possible d'admettre la présence de l'oxigène dans un composé qui d'ailleurs jouissoit de toutes les propriétés caractéristiques des acides. On y trouvoit, au contraire, cet autre corps que l'on avoit déjà vu alcalifier l'azote, et qui existoit aussi dans la composition de l'acide prussique. Cependant l'habitude repoussoit cette innovation, et l'on s'éffarouchoit à l'idée de faire partager à l'hydrogène ce pouvoir acidifiant qu'on avoit attribué exclusivement à l'oxigène. Il fallut de nombreuses années pour qu'on s'y accoutumât; et même la découverte de corps jusques-là inconnus fut à peine capable de faire recevoir la théorie des hydracides.

» C'est encore Schéele qui avoit découvert l'acide muriatique oxigèné; mais ce fut Berthollet qui le fit bien connoître, et qui acheva ce que le chimiste suédois n'avoit qu'ébauché. Ce fut lui et lui seul; qui nous donna ces procédés de blanchiment répandus aujourd'hui par toute l'Europe, et qui doublent la valeur d'une des principales richesses de notre sol. Ce fut lui aussi qui nous indiqua les moyens de donner à notre chanvre l'apparence du coton, à une époque où ce produit de l'Asie et de l'Amérique étoit chez nous d'un prix exorbitant.

» L'emploi de l'acide muriatique oxygéné pour le blanchîment étoit plutôt un service immense rendu à l'industrie qu'une découverte glorieuse pour la science. Il en fut tout autrement des expériences qui eurent pour objet les combinaisons de ce même acide avec les alkalis. La chimie put s'en applaudir, mais l'humanité dût s'en effrayer. Heureusement le danger de manier ces terribles produits empêcha les usages qu'on eût pu en vouloir faire.

» D'autres expériences de M. Berthollet sur la détonation de l'oxide d'or ammoniacal firent mieux connoître ce redoutable composé, bien moins effrayant encore que l'argent fulminant, qu'il découvrit bientôt après. C'est sans doute aux lumières qu'il acquit sur la composition de ces deux substances, que nous devons ses belles et utiles recherches sur les oxydes salifiés qui rendent déjà de si grands services à nos arts manufacturiers, et qui leur en promettent encore de bien plus importans.

« Avant lui, l'art de la teinture n'offroit qu'un recueil de recettes mal conçues et de procédés absurdes. Il débrouilla cette espece de chaos; il simplifia les procédés; enfin, il donna des règles à un art que, jusqu'à lui, la routine et le hasard avoient seuls dirigé. »

Plus jaloux d'étendre le domaine de la science que d'agrandir sa réputation, M. Berthollet a moins écrit qu'opéré, ou du moins il n'a consigné la plupart de ses découvertes que dans ces recueils ignorés du public, que les seuls savans connoissent et consultent. Les ouvrages qu'il a publiés séparément sont : 1.° *Observations sur l'Air*, 1776 ; 2.° *Précis d'une théorie sur la nature de l'Acier, sur ses préparations*, etc., 1789 ; 3.° *Elémens de l'art de la Teinture*, 1791, un vol. in-8°, 1804, 2 vol., 4°. *Description du blanchiment des toiles*, 1795 ; 5.° *Recherches sur les lois de l'affinité*, 1801 ; 6.° *Essai de statique-chimique*, 1803, 2 vol. in-8°. La traduction de l'*Essai sur le phlogistique*, de Kirvan, parut accompagnée de notes dans lesquelles il combattit, de concert avec Lavoisier, Guyton et autres, la plupart des principes du chimiste anglais. Enfin, il enrichit de notes curieuses et d'un excellent discours préliminaire la traduction française du *Système de Chimie*, de Thompson.

J'ai fait connoître les travaux de M. Berthollet : je vais dire rapidement quelles distinctions ils lui valurent, quels emplois ils lui procurèrent, à quelles dignités ils le firent monter. En 1780, l'Académie des sciences le reçut dans son sein; il avoit alors trente-deux ans. En 1792, il fut nommé membre de la commission des monnaies. En 1794, il devint membre de la commission d'agriculture et des arts. Vers le même temps, il fut fait professeur de chimie à l'Ecole polytechnique et à l'Ecole normale. En 1795, époque de la fondation de l'Institut, il fut inscrit des premiers sur la liste de ce corps savant. En 1796, il fut envoyé en Italie par le Directoire, pour présider au choix des objets d'arts et de sciences qui devoient être transférés à Paris; on lui avoit donné pour collègue le célèbre Monge, depuis long-temps son confrère et son ami : il étoit impossible de confier cette opération à des mains plus pures et plus habiles. Le

général Buonaparte, qui eut alors occasion d'apprécier ces deux savans, les emmena avec lui dans son expédition d'Egypte. Ils y déployèrent toutes les ressources du génie et du zèle pour procurer à une armée séparée de sa patrie par des mers dont l'Anglais étoit maître, ce qui étoit nécessaire à l'*existence* du soldat au succès de la guerre.

Ramenés tous deux en France par le général en chef, ils furent nommés l'un et l'autre, par le Premier consul, membres du sénat conservateur, ensuite pourvus chacun d'une sénatorerie, et toujours en même temps promus aux mêmes dignités, aux mêmes honneurs. Jusque-là furent semblables et communes les destinées de ces deux hommes, dont les travaux et les noms avoient été inséparables. Nommé en 1814 membre de la Chambre des Pairs, instituée par le Roi, M. Berthollet ne fit point partie de celle que Buonaparte créa à son retour de l'île d'Elbe, et fut maintenu de droit, à la seconde rentrée du Roi, dans la dignité que le Monarque lui avoit conférée. Qu'on ne se scandalise pas de voir M. Berthollet employé et récompensé sous tous les régimes; qu'on ne se hâte pas de le confondre avec tant d'autres qui n'ont dû le même avantage qu'à la flexibilité de leurs principes. Comme son génie, profondément spéculatif, étoit encore fécond en applications utiles, il étoit tout simple que les divers gouvernemens qui se sont succédés réclamassent ses lumières et son industrie; il ne l'étoit pas moins que M. Berthollet répondît à cet appel, chaque fois qu'il lui étoit fait au nom de la patrie et de la société.

Peu de temps aprés son retour d'Egypte, M. Berthollet avoit établi sa demeure au village d'Arcueil. C'est là, qu'entouré d'une élite de jeunes adeptes de la science, élèves qui sont tous devenus des maîtres, il fit, ou plutôt fit faire sous sa dictée, sous ses yeux, plusieurs de ses plus belles expériences; car la nature qui l'avoit doué d'un génie si inventif lui avoit refusé l'adresse des mains; et peut-être faut-il admirer l'auteur de tant de belles découvertes, lorsqu'on songe que, pour essayer les procédés les plus délicats, et obtenir les résultats les plus précis, il eut besoin d'avoir recours à des mains étrangères. C'est à Arcueil encore qu'il composa son im-

mortel ouvrage de la *Statique-chimique*, dont il avoit conçu l'idée et jeté les premières bases en Egypte au milieu de travaux et de dangers sans cesse renaissans; ouvrage où il entreprit le premier d'expliquer les phénomènes chimiques par les mêmes lois générales qui expliquent le mouvement des corps célestes, où il parvint à soumettre au calcul les effets de l'affinité qu'il appelle une autre attraction; ouvrage enfin qui lui a mérité d'être nommé par ses contemporains le Newton de la chimie.

Après le génie de M. Berthollet, rien de plus connu que son désintéressement. L'or n'étoit pour lui qu'un métal, et un moyen d'échange pour les besoins de la vie. Il n'avoit de prix à ses yeux qu'autant qu'il lui permettoit de satisfaire son amour pour la science; et, comme cet amour étoit sans bornes, sa noble prodigalité avoit à peine pour limite la mesure de ses facultés pécuniaires. Nous ne craignons pas de le dire, deux fois il a ruiné sa fortune au service de la chimie; et les mêmes expériences qui absorboient en entier le revenu des emplois dont se composoit tout son avoir, ont contribué à enrichir des milliers de fabricans. Il eût pû vendre à haut prix le secret du blanchiment par l'acide muriatique oxigéné; il aima mieux publier gratuitement ce qui lui avoit coûté tant de travaux et de dépenses; et tout le produit qu'il en retira fut un petit ballot d'étoffes de coton blanchies par ce procédé, qu'un manufacturier anglais lui envoya en présent, et que sa délicatesse hésita quelque temps d'accepter.

M. Berthollet avoit toute la droiture, toute la franchise allobroge, unies à une politesse obligeante et affectueuse. Il étoit, en toute chose, d'une modération exemplaire. Il ne rechercha ni les emplois ni les honneurs; j'oserois presque assurer qu'il ne les désira jamais: c'est dire assez qu'il les reçut et les posséda en vrai sage, plus soigneux de s'en rendre digne, que jaloux de les conserver ou de les accroître. La gloire même, cet objet d'ambition si noble et si légitime, eut à peine le pouvoir d'agiter son ame. Il travailloit pour se satisfaire, pour être utile aux autres; et, ce résultat obtenu, il oublioit ce qu'il avoit fait, et sembloit s'étonner qu'on y songeât plus que lui. Il n'étoit le détracteur de personne, et il n'avoit à se ga-

rantir que de son penchant à juger trop favorablement d'autrui. Ce n'est cependant pas que son esprit manquât de malice, mais sa malice étoit douce : apercevant finement les ridicules, il fermoit les yeux, ou du moins gardoit le silence sur les torts d'une nature plus grave. Il avoit un goût sincère pour la littérature, et il en apprécioit les productions avec un discernement des plus sûrs. Le théâtre avoit été une des passions de son jeune âge, et étoit resté un des plu vifs amusemens de sa vieillesse. Dur à lui-même, et presque insensible à ses propres maux, il prenoit un intérêt tendre aux maux d'autrui. Cette constance à souffrir, cette espèce de mépris de la douleur, est peut-être cause que ses jours n'ont pas atteint le terme que sembloient promettre à lui-même et aux autres sa constitution robuste et sa vie régulière. Un nombre considérable de clous, à la suite desquels vint un anthrax d'une grosseur énorme, lui causa des douleurs atroces qu'il supporta long temps sans se plaindre et sans en prévenir les siens. Presque entièrement épuisé par la souffrance, il fut emporté en moins de trois jours par une fièvre adynamique. Nulle perte n'a excité des regrets plus vifs, plus sincères, plus universels. Les moins touchés voyoient avec douleur ce nom glorieux disparoître de la même liste d'où la mort venoit récemment d'effacer les noms célèbres d'Haüy et de Delambre. Il y a environ douze années, un événement funeste priva M. Berthollet d'un fils unique qui, déjà associé à ses travaux, promettoit une digne héritier de ses talens. Il laisse une veuve qui, durant une longue union, n'eut d'autre soin, d'autre pensée, que de plaire à l'époux dont elle étoit fière, et qui ne se consolera jamais de l'avoir perdu.

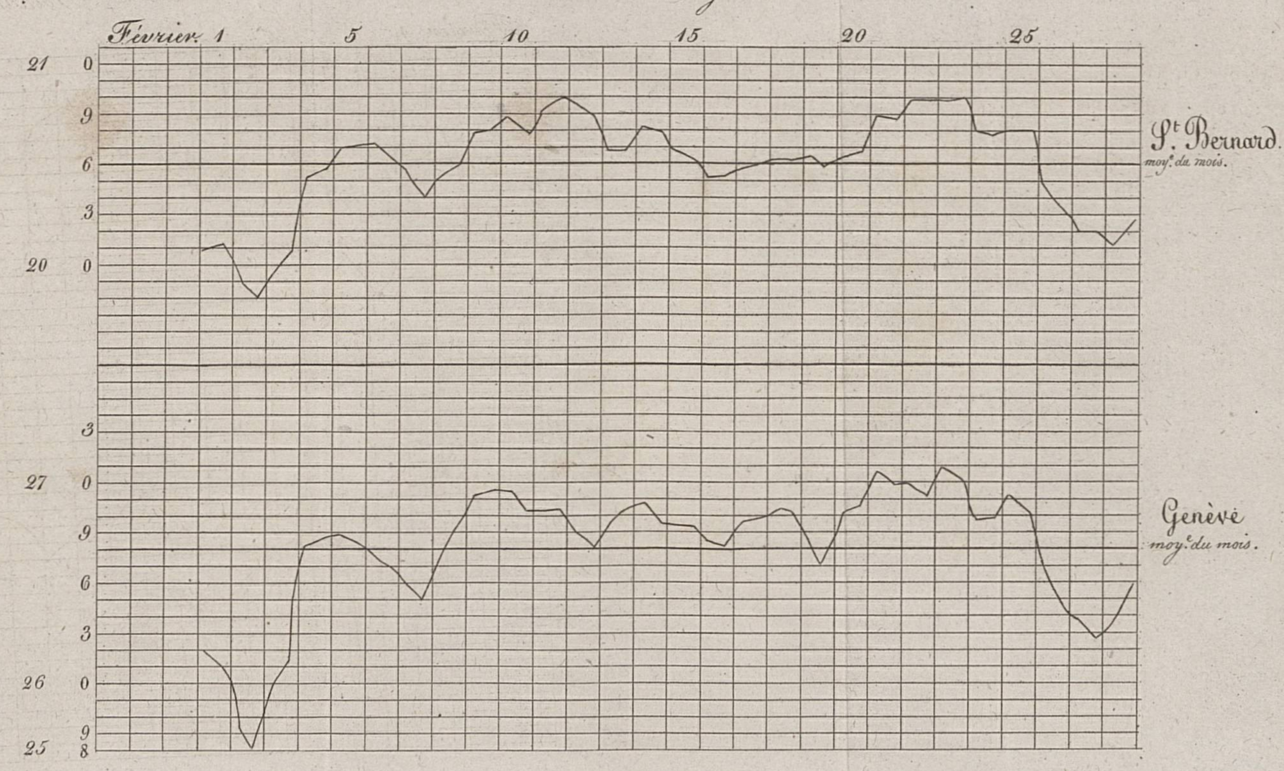
AUGER.

ERRATA *du Cahier précédent.*

Pag. 4, lig. 12. tout récemment, *lisez*, depuis quelques années
Ibid. l. 6. (en remontant), les a poussées fort loin etc., *lisez*, les avoit déjà poussées fort loin, de son côté, et elles l'avoient conduit à des résultats assez analogues à ceux que Mr. Fresnel a obtenus depuis ; mais, tout en approchant beaucoup de la vérité, le Dr. Young n'avoit pas donné les lois rigoureuses de la diffraction, et il s'étoit mépris sur l'explication de ces phénomènes, comme Mr. Fresnel l'a reconnu, après être tombé dans la même erreur
Ibid. 10, l. 12, découvre, *lisez*, démontre
15, l. 7, *réflexion*, lisez, *réfraction*
l. 7, (en remontant), et presque toujours, *effacez*, presque
17, l. 12, solide, *lisez*, liquide

Mouvement du Baromètre pendant le mois de Février 1823.

au St. Bernard et à Genève.



MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES.

Applications de géométrie et de mécanique a la marine, aux ponts et chaussées, etc. pour faire suite aux Développemens de géométrie, par Charles Dupin, Membre de l'Académie des sciences, etc. (1). Un vol. in-4.° *avec fig.* Paris 1822.

(*Extrait.*)

On a reproché, non sans quelqu'apparence de justice, aux géomètres de première force, de diriger exclusivement leurs méditations vers l'avancement de la science, et de s'occuper trop rarement des applications qui, cependant, constituent une partie essentielle de son mérite ; car, les théories mathématiques les plus sublimes ne sont, au fond, que des tours de force du génie humain, des témoignages plus ou moins flatteurs de ses pouvoirs dans la carrière des abstractions, si ces théories, constamment reléguées dans les régions métaphysiques de la science, n'en redescendent jamais

(1) Ancien secrétaire de l'Académie Ionienne, Associé étranger de l'Institut de Naples, Associé honoraire de l'Académie Royale d'Irlande, et de la Société des Ingénieurs civils de la Grande-Bretagne ; Membre des Académies Royales des Sciences de Stockholm, de Turin, de Montpellier, etc. de la Société des Arts de Genève, de la Société d'encouragement pour l'industrie française, Membre du Comité consultatif des arts et manufactures de France, Prof. de mécanique au Conservatoire, Officier supérieur au Corps du génie maritime, et Membre de la Légion d'honneur.

dans celles des applications et de cette utilité que Montaigne appeloit naïvement, l'utilité de l'usage.

L'auteur de l'ouvrage que nous avons sous les yeux, savant, qui jouit d'une célébrité méritée, dans l'âge où les réputations ne font guères que s'annoncer, nanti de tous les moyens d'absoudre les géomètres de son temps et de sa nation du reproche que nous venons d'énoncer, en a eu la volonté ferme; et il y réussit, de la manière la plus directe et la plus satisfaisante dans le travail dont nous allons rendre compte. Il avoit publié en 1813 des *Développemens de géométrie*; « on pouvoit (dit-il) regarder les théories que renferment ces *Développemens*, et les propriétés des courbures des surfaces qui s'y trouvent présentées, comme des vérités abstraites et sans utilité pratique. Il me semble que les applications maintenant offertes au public ne permettront plus d'en porter le même jugement. »

Le seul énoncé des titres des cinq parties de l'ouvrage, qui forment autant de Mémoires particuliers, appuie déjà la conjecture modeste de l'auteur; les voici. I. *De la stabilité des corps flottans.* II. *Du tracé des routes isolées.* III. *Sur le tracé des routes dans les déblais et les remblais.* IV. *Sur les routes suivies par la lumière et par les corps élastiques en général dans les phénomènes de la réflexion et de la réfraction.* V. *Examen théorique de la structure des vaisseaux anglais* (1). Ainsi, le constructeur de navires, l'ingénieur civil, le physicien, etc. trouvent dans les *applications* de la géométrie signalées par Mr. Dupin et qu'il a rassemblées à leur usage, des auxiliaires précieux dans les recherches auxquelles leur goût, ou leur état les appelle.

Avant d'aller plus loin il est juste et à propos, d'exposer quelques-uns des titres de Mr. Dupin à l'estime et à la reconnoissance des amis de la science.

---

(1) *NB.* Lu à la Société Royale de Londres le 19 Déc. 1816.

Indépendamment d'un nombre de Mémoires particuliers, et de discours académiques, publiés à diverses époques sur des objets de science, d'art, et même de littérature, on lui doit l'ouvrage le plus curieux et le plus imposant sur l'Angleterre qui ait paru, non-seulement sur le continent, mais dans le pays même qui en est l'objet. On y trouve déployées les immenses ressources des Iles Britanniques, sous les rapports de leurs *forces*, *militaire*, *navale*, *commerciale*, et *maritime*; enfin, des *travaux civils des ponts et chaussées*. Cette contrée, étudiée par l'auteur dans plusieurs voyages, avec un soin et une sagacité très-remarquables, et considérée sous les divers points de vue que nous venons d'énoncer, lui a fourni la matière d'autant d'ouvrages séparés, chacun de deux volumes in-4.° avec atlas de planches supérieurement dessinées. Trois de ces ouvrages, classiques sur l'objet, ont déjà paru; et le quatrième, promis pour cette année, est attendu avec une vive impatience par tous les amateurs des connoissances positives, des détails exacts, instructifs, des descriptions claires et complètes, avantages qu'on trouve réunis au plus haut degré dans ce Recueil; il a révélé aux Anglais eux-mêmes les secrets et les richesses de leur industrie, et le période élevé de leur civilisation. Le premier de ces quatre ouvrages a déjà été traduit dans leur langue; et il est probable que les autres ne tarderont pas à obtenir la même distinction.

La publication récente de l'ouvrage qui nous occupe et dont la composition semble avoir dû retarder celui qu'on attend avec une juste impatience; cette apparition, disons-nous, pourroit inspirer quelques inquiétudes sur la persévérance des intentions de l'auteur à l'égard de ce dernier; mais l'on se rassurera en apprenant que les cinq pièces que nous avons indiquées, fruits de ses premiers travaux comme ingénieur, étoient depuis quelques années en porte-feuille;

et qu'il n'y a de récemment écrit dans ce volume qu'une Introduction, sous le titre de *Considérations préliminaires sur les applications de la géométrie*, morceau dont le mérite nous paroît supérieur, tant par le caractère des pensées que par l'élévation du langage. Nous aurions d'autant plus tort d'hésiter à y puiser de nombreuses citations, qu'il nous offre le type, et comme l'idéal, d'un genre de composition qui rehausse la science, en même temps qu'il la montre accessible et qu'il la popularise ; qui la fait apprécier, en la peignant à grands traits; enfin, qui lui concilie un respect raisonné, plutôt qu'une froide admiration, ou un étonnement stupide.

« Les personnes, dit-il, qui commencent à cultiver la haute géométrie ne sauroient soupçonner le charme qu'elles éprouveront un jour à ce travail. Elles ne voient dans les premiers rudimens de la science qu'un enchaînement inextricable de propositions abstraites, de démonstrations épineuses, de descriptions qui fatiguent et rebutent l'intelligence. »

» C'est en effet une étude fort pénible que celle des premières conceptions de la géométrie à trois dimensions. Il faut apprendre à se représenter en idée des surfaces et des courbes, dont les formes, d'une complication plus ou moins grande, sont variées à l'infini. Il faut les voir par les yeux de l'esprit se couper, se toucher, s'envelopper, suivant des conditions données. Mais, quand ce travail intellectuel nous a rendus familiers avec les propriétés qui caractérisent les principales espèces de courbes et de surfaces, il semble qu'un nouvel ordre de conceptions vienne d'être créé dans notre entendement ; nous découvrons les rapports généraux, immuables, qui sont les lois éternelles de l'étendue figurée. Ces vérités mathématiques, loin d'être abstraites, se présentent à notre intelligence sous des aspects visibles, et pour ainsi dire palpables.» . . . . .

» Lorsqu'ensuite nous passons, de ce monde géométrique à la réalité du monde physique, nous retrouvons, dans les espaces que la matière occupe, et dans les espaces qu'elle parcourt, les formes abstraites que la science avoit imaginées. Les lois générales auxquelles sont assujetties ces abstractions mathématiques reçoivent tour-à-tour leur application; l'esprit humain découvre, avec une surprise où le plaisir est égal à l'admiration, que l'Univers et ses phénomènes portent dans leur existence le type ineffaçable de ces formes idéales et de ces lois théoriques. »

» Voulons-nous comprendre l'immense différence qui existe entre cette manière d'envisager la nature, et la manière dont l'envisage un vulgaire ignorant? Prenons pour exemple le spectacle du ciel. »

Aux yeux du vulgaire, une concavité *solide*, et pour cette raison même appelée le *ciel*, le *firmament*, est parsemée de points lumineux qui semblent tous à la même distance du spectateur, et comme des flambeaux dispersés sur le fond d'une voute azurée. Lorsqu'on les regarde long-temps, on voit bien qu'ils changent de position par rapport à la terre; quelques-uns même s'approchent ou s'éloignent les uns des autres, mais ils *errent* dans l'espace, en suivant des voies dont rien n'annonce, et rien ne conserve la trace. C'est ainsi qu'aux yeux de l'ignorance tout paroît insignifiant et borné, dans l'immensité réelle de l'univers, et dans l'harmonie du mouvement des mondes. »

» Le géomètre qui contemple les cieux y reconnoit un tout autre spectacle! Il interrompt par la pensée la continuité de la voute céleste et l'égalité supposée des distances à la terre; il se forme une idée, il découvre une mesure, de ces éloignemens dont l'étendue, pénétrée par son génie, paroît incommensurable avec la dimension des objets qui tombent sous nos sens. Lorsqu'il étudie la marche des corps

célestes il ne les regarde plus comme errant au hasard dans le vague de l'espace ; il se figure avec précision leurs routes invisibles. Il se représente la ligne droite, dans la voie que suit la lumière pour arriver des astres jusqu'à notre globe. Il se représente le cercle, dans la courbe que décrit chaque point des planètes et de leurs satellites en tournant autour de leurs axes respectifs. Pour lui, l'ellipse est tracée dans les cieux ; c'est l'orbe où circule chaque planète autour du soleil. Le foyer de cette ellipse est un point qui, dans sa pensée, coïncide avec un autre point immatériel : c'est le centre même de l'astre qui nous donne la lumière, la chaleur, les jours, les années. Il fait passer par ce centre, un axe mathématique, autour duquel il voit circuler tous les corps de notre système planetaire. Il conçoit un plan, invariable dans sa direction, d'une position constante par rapport à ce système, et qui, sans dépendre ni des ans, ni des siècles, se transporte avec l'ensemble des planètes et de leurs satellites, à travers l'immensité des espaces célestes. »

» Mais, par quels moyens reconnoîtra-t-il la réalité d'un mouvement de rotation que nous ne pouvons ni voir, ni sentir, parce qu'il entraîne tout notre globe, et semble par cela même entraîner dans un sens opposé l'Univers autour de nous ? C'est en étudiant la figure de la terre ; de la terre, dont la mesure a donné son nom à la géométrie. La rotation des corps célestes, est écrite en caractères ineffaçables dans les formes spheroïdales qu'elle imprime à leurs surfaces. Elle est écrite dans les rapports que la science découvre entre le volume et la moyenne densité ; entre le diamètre et l'applatissement, de toutes les planètes et de leurs satellites. »

...... » Par ces hautes conceptions l'Univers a cessé d'apparoître aux yeux des hommes sous l'aspect incohérent des

élémens de la matière, dispersés ou réunis, decouverts ou cachés, par les caprices du hasard. L'intelligence humaine a connu par degrés, qu'une géométrie sublime, préside aux mouvemens, aux formes, aux rapports de grandeur et de position de tous les corps célestes. Notre savoir s'est élevé, dans les applications d'une admirable théorie, jusqu'à connoître l'ensemble des parties figurées de l'espace, qui furent, qui sont, ou qui seront le lieu, le centre, l'axe ou l'orbite des mouvemens perpétuels que suivent les grandes masses de notre système planetaire, et de leurs moindres élémens. Ainsi, dans l'espace et dans la durée, depuis l'infiniment petit jusqu'à l'infini, tout est soumis à des lois mathématiques. »

» En méditant sur ces lois immuables et savantes par lesquelles une suprême intelligence régit le temps et l'Univers, les sages n'ont pu trouver, pour l'appeler d'après ses œuvres, aucun titre plus juste et plus sublime que celui de l'ETERNEL GÉOMÈTRE (1). »

---

(1) En transcrivant ces belles et hautes pensées, une réflexion qui nous a souvent occupés, se présente avec une force nouvelle. On doit être frappé, ce semble, de la disproportion, de la sorte d'incommensurabilité, qui existe entre le rôle physique très-secondaire de notre planète dans le vaste système solaire, qui n'est lui-même qu'un point dans l'univers; entre la courte durée du séjour de l'individu vivant sur cette même terre, si petite, et les pouvoirs de notre ame; de cette intelligence capable de pénétrer aussi avant et avec autant de sûreté dans la sublime ordonnance des cieux, à l'aide de la géométrie ! Cet instrument spirituel, quoiqu'il soit d'invention humaine, imprime aux vérités qu'il fait découvrir un caractère de certitude absolue, qui les place dans un ordre particulier et relevé, et les associe, pour ainsi dire, aux lois imposées par le GÉOMÈTRE CRÉATEUR à la matière passive et obéissante. Rien, à nos yeux ne montre avec autant d'évidence la nature immatérielle et la dignité de l'ame, que ce genre de considérations. (R)

« Si nous revenons sur la terre pour examiner les phénomènes qui s'y montrent de plus près à nos regards, nous retrouvons encore dans tous les lieux et dans tous les instans, des traces mathématiques des lois générales de la matière et de l'étendue. De semblables découvertes, attrayantes par leur objet, le sont encore plus par leurs conséquences. Elles nous offrent une application de la géométrie pleine à-la-fois d'intérêt et d'utilité. Ebauchée par les philosophes des temps antiques, cette application n'a pris que dans les siècles modernes un grand caractère d'originalité de profondeur et d'importance. La physique lui doit d'avoir passé, du rang des sciences conjecturales, au rang des sciences exactes ; c'est-à-dire, des sciences dont la vérité rigoureuse est établie par des moyens mathématiques sur les données de l'observation et de l'expérience. »

L'auteur montre ensuite comment, dans toutes les créations de l'industrie sociale, dans les arts mécaniques, dans les beaux-arts même, et dans la sculpture en particulier, dans la peinture, et jusque dans la musique, les principes et les connoissances mathématiques assurent la marche, et conduisent droit aux résultats. Mais c'est sur-tout aux arts qui ont pour objets les travaux publics, que la géométrie est un auxiliaire important, indispensable.

Voici, d'après l'auteur lui-même, l'exposé succinct du contenu des cinq Mémoires que renferme le volume.

« Dans un premier Mémoire, dit-il, je présente une théorie nouvelle de la stabilité des corps flottans, fondée sur les principes de la courbure des surfaces ; il seroit superflu d'insister sur le besoin de traiter sur un semblable sujet, pour les arts relatifs à la navigation sur les mers, sur les fleuves, et même sur les canaux. »

» Dans un second Mémoire, je traite des routes isolées. Les Ingénieurs de la marine ont souvent à diriger l'exploi-

tation des forêts et le transport des bois propres à la charpente, ainsi qu'à la mâture des vaisseaux ; souvent, alors, ils sont chargés de tracer et d'ouvrir des routes, afin d'effectuer cette exploitation et ce transport. Lorsque ces mêmes Ingénieurs sont appelés dans les armées de terre, avec leurs ouvriers (comme ils l'ont été dans les guerres passées), ils peuvent être chargés de tracer et d'ouvrir des voies militaires à travers les forêts et les montagnes. J'ai recherché d'après quels principes ils doivent exécuter ces travaux, qui sont l'œuvre habituelle du Corps des ponts et chaussées. Puissent les Ingénieurs de ce corps, célébre par ses talens et par ses lumières, consulter, avec quelque intérêt et quelque fruit, cet essai sur des questions auxquelles ils attachent, à juste titre, une haute importance ! »

« Dans le troisième Mémoire, je considère les routes qu'il faut suivre pour opérer les transports connus sous les noms de *déblais* et de *remblais*. Ces tranports n'appartiennent pas seulement aux travaux des ponts et chaussées, et de l'architecture civile, ils sont également opérés dans la plupart des autres services publics ; dans le génie maritime, le génie militaire, l'artillerie, les mines, etc. »

« Par exemple, lorsqu'il faut transporter des bois de construction d'un parc dans un autre, ou d'un parc sur les chantiers, ou des calles de débarquement dans un dépôt ; lorsqu'il s'agit d'opérer un semblable déplacement, pour des bouches à feu, des projectiles, etc. ; lors même qu'il s'agit de faire passer des corps de troupes d'une position donnée dans une autre position, pareillement donnée ; enfin, lorsqu'il s'agit d'exécuter les terrassemens que les Ingénieurs militaires et les Officiers d'artillerie ont à diriger pour construire des fortifications, des retranchemens et des batteries ; dans tous ces cas, il faut résoudre des problèmes de déblais et remblais, si l'on veut effectuer les transports avec

le plus d'ordre d'économie et de rapidité qu'il soit possible de mettre à de semblables opérations. Ce sujet, comme celui du tracé des routes isolées, intéresse donc à-la-fois tous les services publics. »

« Le même sujet nous offre un exemple des abstractions de la géométrie, réalisées dans les phénomènes de la nature, et recevant, en quelque sorte, avec une existence nouvelle, un nouveau degré d'intérêt et d'utilité. Les routes suivies par la lumière et par les rayons sonores, dans les phénomènes de la réflexion et de la réfraction, sont soumises à des lois qui reproduisent, avec une entière fidélité, les règles géométriques des transports les plus avantageux sur des routes mathématiques et pour des prix donnés. Le développement de ces propriétés est l'objet du quatrième Mémoire. »

« Dans le cinquième et dernier, je reviens aux applications qui concernent la marine. Je cherche à montrer comment on peut combiner les connoissances données par la pratique sur la structure des bâtimens de guerre, avec les lois scientifiques qui régissent la forme, la stabilité, la force, et la durée de ces grands arcs flottans. Ce travail n'a pas été stérile; déjà notre marine en a tiré quelque avantage. Peut-être, avec le temps, serai-je assez heureux pour voir adopter toutes les conséquences qui doivent en découler. »

« C'est dans le même Mémoire (1) que je détermine la position des plans suivant lesquels les vaisseaux tendant à se déformer avec un effort *maximum* ou *minimum*, par l'action répulsive du fluide opposée à l'action verticale de la pesan-

(1) Ce Mémoire a été inséré dans les *Transactions philosophiques* de la Société Royale de Londres, 1817, première partie. L'édition actuelle est plus correcte et plus complète.

teur. La solution de ce problême de mécanique, en apparence assez difficile, se trouve ramenée à la solution d'un problême facile de géométrie ordinaire. Le théorême fort simple, sur lequel est fondé ce nouveau moyen, semble mériter d'être introduit dans les Traités élémentaires de mécanique, par sa simplicité même, et pour l'utilité dont il peut être dans les arts de la marine. De tels services-pratiques, dérivés des résultats abstraits de la science, ont toujours été l'objet final de mes vues, même dans les travaux où d'abord j'ai paru ne songer qu'aux seules recherches d'une théorie spéculative et générale..... »

» Enfin, ce qu'il y a de remarquable, ces théories géométriques permettent de résoudre graphiquement, avec simplicité, avec rapidité, des problêmes d'optique et d'acoustique, qui, traités par le calcul, se présentent sous des formes algébriques extrêmement compliquées. La complication est si grande en effet, qu'elle a rendu possible une grave erreur de calcul commise par un très-habile analyste, en cherchant à trouver les propriétés corrélatives des faisceaux de rayons incidens et de rayons réfléchis ou refractés par des surfaces de forme quelconque. »

Nos lecteurs ont maintenant l'idée la plus juste possible de ce que contient le volume dont nous les occupons; il nous reste à leur donner un échantillon de la manière de l'auteur; nous le choisirons en dehors des objets ordinaires et familiers, afin qu'on puisse conclure *a fortiori* sur le mérite des idées et du style. C'est une des notes ajoutées au second Mémoire; son objet est *l'emploi le plus avantageux de la force des animaux dans les transports effectués sur les routes.*

« Pour se former (dit-il) des idées parfaitement justes sur la théorie des transports effectués par les animaux, il est nécessaire de remonter à quelques principes de physiologie, c'est-à-dire, de physique vitale. »

» La vie, quel qu'en soit le principe chez les animaux, se manifeste à nous par la faculté que possèdent ces êtres organisés, de mouvoir certaines parties de leurs corps avec une certaine force. Cette force ne varie pas seulement avec l'âge, avec l'état sanitaire de l'individu, avec les saisons et les climats ; chaque jour elle varie dans le même être. Les alimens lui restituent ce qu'elle perd, à mesure que les principes nutritifs fournis par ces alimens achèvent de porter dans les diverses parties de la machine ce qu'il faut pour réparer les consommations journalières de la vie. »

« Si l'animal reste oisif après avoir pris ses alimens, la force facultative dont il jouissoit ne s'ajoute pas toute entière à la force qu'il doit retrouver après un nouveau repas. On remarque même, qu'une oisiveté prolongée, loin d'augmenter la force musculaire, l'énerve au contraire. C'est ainsi que les animaux et les hommes livrés habituellement à des travaux pénibles, sont doués d'une force plus grande que les animaux et les hommes qui vivent dans l'inaction. »

« Cependant, on observe dans l'homme et dans les animaux dont les forces journalières sont consommées par un travail sans cesse renouvelé, qu'en suspendant tout-à-coup ce travail durant un ou plusieurs jours, les forces facultatives augmentent jusqu'à un certain degré, passé lequel l'inaction n'augmenteroit plus ces forces, et bientôt après les feroit graduellement diminuer. »

« Nous ne devons maintenant considérer que le travail habituel des hommes et des animaux mesuré chaque jour de manière à ne pas les épuiser par trop de fatigue, sans les énerver non plus par trop peu d'exercice. La quantité de ces efforts utiles, estimée pour un jour, sera la journée de travail. »

« Si nous faisons agir les animaux pendant une partie de la journée sans interruption et de manière à consommer

une quantité constante de force dans chaque unité de temps, voici ce qui se passera. »

» Dans la première partie du temps, les forces facultatives de l'animal, surpasseront le plus possible celles qu'il doit consommer. Ensuite, cette différence diminuera graduellement. Plus elle diminuera, plus la lassitude augmentera. »

» Il faudra qu'au dernier instant de travail la force facultative, malgré ses pertes, soit encore égale à la force constante exigée pour ce travail. »

» Ordinairement on n'atteint pas ce degré de lassitude extrême, au-delà duquel l'animal ne trouveroit plus en lui-même la force nécessaire pour continuer d'agir. »

» Ainsi, par exemple, le laboureur ne continue pas son travail journalier, jusqu'au terme où ses bœufs ne pourroient plus prolonger le sillon de la charrue; les voituriers ne font pas de si longues traites que leurs équipages ne puissent avancer d'un seul pas au-delà. »

» Il faut s'arrêter avant ce terme, afin que la nature puisse facilement réparer ses dépenses dans les courts intervalles du repos. »

» Ici se présente une foule de questions extrêmement importantes, sur la dynamique des êtres vivans. »

» La force constante à dépenser par des animaux durant un jour étant donnée, comment faut-il répartir cette force? — Convient-il de diviser le jour en intervalles de travail et de repos? — Quel doit être le nombre des intervalles? — Doivent-ils être tous de la même durée?

» A cet égard, l'expérience donne aux conducteurs d'animaux des règles d'hygiene qui peuvent n'être pas en tout les meilleures, mais qui ne sauroient s'écarter beaucoup des vrais principes. »

» Considérons actuellement la question sous un autre point de vue; supposons qu'on demande de consommer par degrés,

égaux ou inégaux, les forces facultatives d'un animal de manière qu'il ait produit un *maximum* d'effet, le degré de fatigue qu'il doit avoir à la fin du travail étant donné. »

» Cette question est, comme on voit, beaucoup plus difficile que les précédentes. Elle ne peut être résolue qu'en consultant l'expérience. »

» Les voituriers, lorsqu'ils cheminent sur une route horisontale, ne conduisent pas leur voiture plus vite au commencement de leur traite qu'à la fin. »

» Les corps d'infanterie et de cavalerie, dont la marche doit être réglée de manière à fatiguer le moins possible les hommes et les chevaux, ne marchent point d'un pas plus accéléré au moment du départ qu'au moment de l'arrivée. »

» Il nous semble que ces expériences faites journellement sur tous les points de nos routes, sont la démonstration du principe suivant. Quand la fatigue habituelle des hommes et des animaux n'est point immodérée, ce qu'il y a de plus avantageux est de faire une dépense constante de forces, durant des intervalles de temps égaux. »

» D'autres expériences paroissent aussi prouver, quand la fatigue habituelle est très-grande, qu'il est encore avantageux de la rendre uniforme, ou le moins variable possible. »

» Dans les courses de pietons, de chars, ou de cavaliers, ce n'est presque jamais le concurrent dont la vitesse est la plus grande au premier moment qui remporte le prix ; celui qui modère la sienne, dans le principe, pour la conserver jusqu'au bout, finit par dévancer ses rivaux trop empressés. Les récits des courses antiques, et beaucoup d'exercices pareils que nous avons vus dans les temps modernes, offrent des exemples de ce fait remarquable. »

» Maintenant, si l'on nous demande quelle doit être, sur un plan incliné la route la plus avantageuse à tracer sur

deux points, soit pour des hommes, soit pour des bêtes de somme, soit pour des voitures, il nous semble qu'on doit répondre que c'est la route où la fatigue est partout constante. »

» Si les moteurs ont besoin de reprendre haleine après une certaine dépense de forces, on pourra faire des repos, ou paliers, de distance en distance; mais il faudra laisser à la route une pente constante. »

» Cependant, les habiles ingénieurs qui sont chargés de tracer des chemins, lorsqu'ils ont à suivre des pentes fortes et prolongées, adoucissent ces pentes vers le haut de la rampe. Ils aiment mieux allonger la route, pour la rendre plus douce dans la partie supérieure. »

» Observons d'abord, que cet adoucissement de la pente est nécessairement peu considérable; sans cela, la route se trouveroit prodigieusement allongée dans sa partie montante; elle nécessiteroit pour être parcourue, une dépense totale de force beaucoup plus considérable qu'une route oblique à pente constante. »

» La seule considération qui puisse justifier cet adoucissement de la pente, c'est que les moteurs, en arrivant vers le haut de la route, étant déjà fort fatigués, seroient dans l'impossibilité de continuer à monter suivant la même pente. On préfère ainsi, dépenser quelquefois plus de force totale, pour éviter une dépense, moindre il est vrai, mais trop brusque et trop énervante. »

» On doit conclure de tout cela que, s'il faut adoucir la pente limite dans le haut des rampes, ce doit être seulement dans les longues montées, et d'une quantité peu considérable. »

» La route conservant alors, sa pente constante dans le bas de la rampe, et devenant un peu plus douce vers le haut, offrira dans son développement un arc hyperbolique.

Rien ne sera plus facile que de plier cette route à pente variable, sur un terrain dont les sections horisontales seront données. »

Ab uno disce omnes. — Il y a sans doute peu de géométrie dans ce qui précède, mais on voit bien que ces considérations sortent d'une tête géométrique, d'une plume exercée, et nous ajouterions volontiers, d'un cœur qui se complait dans les méditations, tendantes à adoucir le malheureux sort de ces animaux de trait, si utiles à l'homme, et dont les éminens services sont trop souvent payés d'une injustice et d'une ingratitude révoltantes.

ASTRONOMIE.

Apparition et Observations de la Comète d'Encke, (de 1204 jours) à Paramatta, dans la Nouvelle-Galles méridionale. (*Corresp. Astron. du Baron de Zach*, 8.e Vol. Cah. I.)

« Le cahier précédent (de la *Corr. Astron.*) étoit achevé, et sur le point d'être distribué, lorsque nous avons reçu deux lettres de *Paramatta*, chef-lieu de la Nouvelle-Galles méridionale, dans lesquelles Mr. Rumker nous donne la nouvelle infiniment intéressante, que le 2 juin 1822, il avoit découvert dans la constellation des Gemeaux, la comète périodique de Mr. Encke. Voilà donc la révolution de cet astre en 1204 jours, bien constatée. »

» Cette nouvelle est trop importante pour ne pas la porter au plus vite à la connoissance des astronomes; et nous nous empressons en conséquence de leur communiquer les observations de cet astre remarquable, que Mr. Rumker nous a envoyées. On verra qu'elles répondent autant, et plus qu'on n'avoit droit de l'espérer aux élémens elliptiques de son orbite, n.° I, que Mr. Encke avoit calculés, et que nous avons rapportés dans le IV vol. p. 264, et à ses éphémérides, n.° I, p. 267. »

» Les lettres de Mr. Rumker ont été plus de six mois en route, pour nous parvenir des antipodes; nous les rapporterons en détail dans le cahier prochain. »

» Paramatta est à 33°, 48′ 45″,5 de lat. australe, et à 10 h. 4′, 5″,13 de longitude Est de Greenwich. »

Observations de la Comète d'Encke, faites par Mr. RUMKER *à Paramatta.*

1822.	Temps sidér.	Ascens. droites.	Déclinaisons.
Juin 2	10h. 39'. 25"	92°. 43'. 51",3	17°. 39'. 46",3 B.
3	11	93 46 20 ,7	16 53 07 ,5
4	11 3 0	94 46 0	16 4 36 ,7
6	11 7 38	96 42 11 ,6	14 22 42
7	11 3 10	97 38 15	13 26 5
8	11 17 25	98 33 47 ,7	12 31 18 ,6
10	11 20 0	100 24 48 ,8	10 29 49 ,5
11	11 24 39	101 19 44 ,5	9 26 4 ,6
12	11 40 0	102 17 52	8 18 30 ,0
13	11 42 4	103 15 2	7 6 30
14	11 55 0	104 15 40	5 52 27
15	11 40 48	105 17 0	4 33 40
19	12 13 38	109 54 36 ,4	1 29 43 ,7 A
20	12 16 53	111 14 26 ,9	3 14 29 ,1
22	13 18 46	114 12 20 ,5	7 8 .....
23	12 53 55	115 47 41 ,7	9 9 48 ,4

Addition du Rédacteur.

Nous signalames aux observateurs, il y a plus de trois ans (1), cette comète, découverte ou plutôt revue, par Mr. Pons, à Marseille, le 26 novembre 1818, dans la constellation de Pégase. Mr. Encke, Directeur adjoint de l'Observatoire de Seeberg, (près Gotha) la calcula (dans l'ellipse), avec assez de précision pour réduire à 30" les différences entre le calcul et l'observation. Elle avoit été vue quatre fois, savoir en 1786, 1795, 1801 et 1805, sans qu'on eût découvert qu'elle étoit le même astre. Mr. Encke d'après les élémens fournis par les observations de 1795, 1805 et 1818, calcula une petite éphéméride relative à sa

(1) *Bibl. Univ.* Déc. 1819, Vol. XII, p. 237.

réapparition en 1819 (1) ; on ne la revit pas à cette époque, mais on doit peu s'en étonner, parce que sa déclinaison, plus méridionale que celle du soleil au solstice d'hiver, devoit alors rendre son arc semi-diurne si court, et sa hauteur, même méridienne, sur l'horison, si peu considérable, qu'elle dut échapper (sur-tout vû sa petitesse) aux observateurs.

On trouve dans le cahier de mars 1820, de la *Correspondance Astronomique*, un article intéressant sur cette comète, dans lequel Mr. Encke annonce qu'il s'est occupé à calculer les perturbations qu'elle a dû éprouver dans son orbite, par l'action des planètes dans la sphère d'attraction sensible desquelles elle a passé.

Il trouvoit que la période	*Jours.*
de 1786 à 1795 donnoit pour 1819 une révolution de	1204,7
1795 à 1805	1204,2
1805 à 1819	1203,7

En appliquant aux élémens de l'orbite déterminés par les observations de ces époques les perturbations convenables, et en les combinant avec les instans du passage au périhélie, toutes les observations faites dans les années 1786, 1795, 1805 et 1819, (c'est-à-dire, dans un intervalle de 33 ans), se trouvoient représentées par ces orbites corrigées, dans les limites de deux minutes de degré.

Ces résultats, fort encourageans, engagèrent Mr. Encke à calculer, pour cette comète, deux orbites qui embrassassent les limites des erreurs extrêmes. Il supposa deux systêmes d'élémens : dans le premier (n.° 1) qui semble, dit-il, s'approcher le plus de la vérité, il a supposé le temps de la révolution en 1819, de 1203,452 jours ; et dans le second, de 1204,452 jours ; et c'est d'après ces hypo-

(1) *Ibid*, page 240.

thèses qu'il a déterminé les demi-grands axes, respectivement = 0,3472191, et 0,3474612, et qu'il a calculé deux éphémérides pour cette comète en 1822, numérotées I et II et qui comprennent l'intervalle du 25 février au 27 juillet (1). Il annonce toutefois, qu'on doit avoir peu d'espérance de la voir en Europe en 1822, parce qu'avant le mois de juin elle sera extrêmement foible, et toujours près de l'horison; et que dans le mois de juin elle se couchera en même temps que le soleil. Mais, il ajoute que : « pour une latitude australe de 34 degrés, la comète, au commencement de juin sera élevée de 24 degrés au-dessus de l'horizon, au coucher du soleil; elle sera alors dans son plus grand éclat possible, il approchera probablement de celui d'une étoile de quatrième grandeur; elle sera par conséquent longtemps sur l'horizon; un peu plus tard on pourra même l'observer à son passage au méridien. »

» Puissions-nous, ajoute Mr. de Zach, avoir le bonheur d'attraper quelques bonnes observations de cet astre extraordinaire, car ce ne sera qu'en 1828 que nous aurons l'espoir de le revoir encore! »

Le vœu du savant astronome est accompli par les observations de Mr. Rumker à Paramatta, que nous avons publiées d'après lui, au commencement de cet article; mais nous avons eu la curiosité de comparer ces mêmes observations, avec les lieux de la comète annoncés pour les mêmes jours dans l'éphéméride calculée d'avance pour 1822, par Mr. Encke; et nous exposons dans le tableau suivant, les résultats de cette comparaison. On y voit les lieux de la comète calculés, les lieux observés, et les différences entre le calcul et l'observation. Nous choisissons l'éphéméride n.° 1, que l'auteur regarde comme la plus sûre des deux; nous

(1) *Corresp. Astron.* Mars 1820, page 266.

négligeons les secondes de degré, et prenons par interpolation dans l'éphéméride (calculée de deux en deux jours), les lieux correspondans aux jours d'observations.

	Ascensions dr. de la comète.			Déclinaisons de la comète.		
	Calculées	Obser.	Diff.	Calculées	Observées.	Diff.
Juin 2	92° 50′	92° 44′	— 0° 6′	17° 40′ bor.	17° 33′	– 0° 7′
3	93.53	93.46	— 7	16.47	16.53	+ 6
4	94.51	94.46	— 5	15.57	16. 4	+ 7
6	96.45	96.42	— 3	14.14	14.23	+ 9
7	97.41	97.38	— 3	13.21	13.26	+ 5
8	98.36	98.34	— 2	12.22	12.31	+ 9
10	100.28	100.25	— 3	10.20	10.30	+ 10
11	101.24	101.20	— 4	9.17	9.26	+ 9
12	102.21	102.18	— 3	8. 7	8.18	+ 11
13	103.19	103.15	— 4	6.57	7. 6	+ 9
14	104.20	104.16	— 4	5.39	5.52	+ 13
15	105.20	105.17	— 3	4.22	4.33	+ 11
19	109.59	109.54	— 5	1.43 aust.	1.30	– 13
20	111.21	111.14	— 7	3.32	3.14	– 18
22	114.17	114.12	— 5	7.22	7. 8	– 14
23	115.51	115.48	— 3	9.24	9.10	– 14

On voit à l'inspection de ce tableau, dans les colonnes des différences entre le calcul et les observations, que celles-ci sont mieux représentées en ascension droite qu'en déclinaison; elles le sont même, pendant un intervalle de 21 jours, avec une précision très-remarquable, et qui honore également le calculateur et l'observateur, car on sait que les observations d'ascension droite sont, par leur nature, moins susceptibles d'exactitude que celles de déclinaison, puis qu'une seconde de temps répond à 15″ de degré. Au demeurant, la comparaison n'est qu'approximative; pour la rendre régulière il auroit fallu tenir compte de la différence des méridiens, et ramener les positions calculées, aux heures auxquelles on a observé.

TOPOGRAPHIE.

Mémoire sur le figuré du terrain dans les Cartes topographiques, par le Général H. Paris 1822.

(*Extrait.*)

Depuis vingt-cinq ou trente ans, l'art de construire et d'exécuter les cartes géographiques, a fait d'immenses progrès. Les perfectionnemens apportés dans les instrumens qui servent à la détermination des principaux points d'un lever, la rigueur des calculs employés pour mettre en œuvre les données de l'observation, la correction attentive d'une foule d'erreurs, qui jusqu'alors avoient été négligées, tout se réunit pour augmenter notre confiance dans ces ingénieuses représentations de la surface terrestre et de ses inégalités. Aussi, le navigateur s'avance avec plus de sécurité au milieu des écueils et des bas-fonds qu'il voit signalés sur une carte fidèle ; le géologue et le physicien, plus certains des formes et des directions affectées par les continens, les chaînes de montagnes et les bassins, peuvent asseoir sur une base plus solide, leurs conjectures sur les causes qui ont présidé à la distribution de notre demeure ; l'administrateur embrassant d'un coup-d'œil les diverses parties de l'état qu'il est appelé à régir, suppute avec justesse, les besoins et les ressources de chacune d'elles, ainsi que les rapports qui les unissent les unes aux autres : le militaire enfin saisissant d'un œil habile les replis figurés du terrain sur lequel il doit opérer, juge aisément de ce qu'il peut ou ne peut pas faire, et ne

consume pas ses forces en mouvemens contrariés par des obstacles imprévus.

La théorie de l'art n'a pas été seule à faire des progrès: la pratique, le mode d'exécution a marché d'un pas égal. Le burin et le pinceau rivalisent d'efforts pour représenter avec vérité les accidens de la surface du globe, pour faire comme saillir hors du papier ces énormes aspérités qu'il ne nous arrive jamais de dominer entièrement, pour rendre avec pureté, je dirois même avec élégance, les contours variés à l'infini des mers, des lacs, des cours d'eau et des îles.

Cependant, malgré ces perfectionnemens remarquables, les méthodes du dessin topographique offrent encore quelques points sujets à discussion, et quelques autres sur lesquels on peut désirer des résultats plus satisfaisans que ceux obtenus jusqu'ici. L'écrit dont nous nous proposons de donner ici une analyse succincte sera utile à l'art sous ces deux rapports: il éclaircira une question sur laquelle les maîtres diffèrent d'opinion, et il ajoutera peut-être aux ressources de la topographie des moyens plus efficaces de rendre avec une rigoureuse exactitude les ondulations du terrain.

Malgré le demi-anonyme dont l'auteur a voulu rester enveloppé, il n'échappera point à la connoissance des amateurs de la topographie militaire, et ceux-ci, quelle que soit leur opinion sur les matières traitées dans cet écrit, applaudiront en voyant un homme consommé dans son art, user de ses talens et de son expérience pour éclairer quelques parties imparfaites ou contestées.

L'auteur trace d'abord une esquisse rapide de la marche qu'a suivi l'art topographique depuis le milieu du siècle dernier.

Le premier pas fut d'adopter dans toute sa rigueur le figuré en projection horizontale. Les auteurs de la carte de France, dite de Cassini, donnèrent les premiers dans ce grand ouvrage l'exemple de tout soumettre à la loi de cette projection.

Le second fut de remarquer que, parmi les lignes dont on pouvoit se servir pour exprimer sur un plan les inégalités du sol, il y en avoit deux espèces, au moyen desquelles, on les rendoit avec plus d'exactitude ; savoir, les projections horizontales des courbes horizontales équidistantes, et celles des lignes de plus grande pente. Les premières de ces courbes furent proposées en 1738 par Phil. Buache pour la description dés inégalités du fond de la mer, et trente ans plus tard par Ducarla pour celle des montagnes. L'emploi de ces deux espèces de lignes fut soumis à des règles fixes à l'Ecole de Mézières, où les leçons de Monge avoient tourné les esprits vers l'étude de la géométrie descriptive.

Enfin on a fait un troisième pas dans l'art topographique, lorsqu'on s'est aperçu que l'usage suivi jusqu'alors pour exprimer le relief des inégalités, celui de distribuer les teintes du lavis ou les ombres de la gravure, en supposant la lumière tombant obliquement sur le terrain, n'étoit pas en accord avec l'emploi des courbes et des hâchures, et laissoit ainsi quelque chose à désirer. Mais cette dernière correction, à quelques exceptions près, n'a été admise que pour les plans dressés sur une grande échelle : elle est même entièrement rejetée par quelques écoles.

Voici donc quel est en résumé l'état de la méthode actuelle.

1.° On soumet tout le figuré à la projection horizontale.

2.° Dans quelques cas rares, et seulement pour les levers d'une grande exactitude, on projette horizontalement les courbes horizontales équidistantes.

3.° Dans tous les cas, on exprime les mouvemens du terrain par les projections horizontales des lignes de plus grande pente, projections qui prennent le nom de *hâchures*.

4.° Dans *tous* les levers faits sur une petite échelle, et

souvent dans ceux dont l'échelle est grande, on suppose la lumière oblique, c'est-à-dire, tombant sur le terrain sous une direction, qui fait, avec le bord inférieur du plan, un angle de 45° vers la gauche, et avec l'horizon un angle de 50 à 65°, et on supprime toutes les ombres portées. En conséquence, on se contente de couvrir d'ombres plus ou moins foncées, les pentes plus ou moins roides sur lesquelles ne tombent pas les rayons lumineux. Ce qui s'exécute, au lavis en répandant les teintes sur ces pentes, et à la plume ou au burin en serrant et élargissant les hâchures qui les expriment.

On voit que la manière de procéder ne diffère en rien de celle qu'avoit indiqué la Commission nommée en 1802 par le Ministre de la guerre du Gouvernement français dans le but de régulariser le figuré du terrain. On voit aussi qu'un seul point, le dernier, est encore l'objet d'une divergence d'opinions.

C'est à la discussion des deux hypothèses sur la direction de la lumière qu'est consacrée la première partie de l'écrit que nous analysons. La seconde partie, comme nous le verrons ensuite, contient l'exposé d'une nouvelle méthode pour le tracé des hâchures, qui est due à Mr. Noizet, capitaine du génie. Le but de cette méthode est, non-seulement de faire mieux sentir le relief à la seule inspection, mais encore de permettre l'estimation presque rigoureuse du degré d'inclinaison de chaque pente.

§. I.

L'auteur rapporte que l'Ecole polytechnique de France et l'Ecole de Metz suivent, à l'égard de la direction de la lumière, un enseignement différent : il ajoute que les membres de la Commission de la carte de France sont loin d'être d'accord sur ce point. Il importe cependant pour l'exécution

de cette même carte, de faire un choix entre les deux hypothèses. C'est dans cette circonstance que l'auteur, après avoir énuméré les argumens et objections qui ont été avancés jusqu'ici d'une et d'autre part, reprend l'examen de la question, et la décide en faveur de la lumière verticale. Voici la marche de son raisonnement.

Les hâchures sont employées, presque dans tous les cas, seules et sans être accompagnées des courbes horizontales. Nous verrons plus tard ce qui s'oppose à l'introduction de celles-ci. Or, les hâchures seules ne peuvent nous faire connoître sur un dessin, que la longueur et la direction des pentes qui y sont figurées. Cependant, pour que le relief soit entièrement connu, il est une troisième circonstance qu'il importe de déterminer dans les pentes, c'est le degré de leur inclinaison à l'horizon. Les courbes horizontales étant exclues, un seul moyen se présente pour accomplir cette détermination, c'est la distribution des ombres. Examinons comment on pourra tirer le meilleur parti de cette distribution.

Le moindre service que les ombres puissent rendre, c'est de faire juger, quelles sont les pentes qui ont la même inclinaison, et laquelle de deux pentes données fait le plus grand angle avec l'horizon. Pour obtenir ce résultat de leur emploi, il faudra donner à la lumière une direction telle que les pentes également inclinées soient aussi toujours également éclairées : mais, toutes choses d'ailleurs égales, deux plans sont également éclairés lorsqu'ils font des angles égaux avec la direction des rayons lumineux ; il faudra donc que les pentes également inclinées, fassent toujours avec la direction de la lumière des angles égaux : condition qui ne sera remplie que dans l'hypothèse de la lumière verticale. Dans l'hypothèse de la lumière oblique, au contraire, deux pentes opposées également inclinées à l'horizon pourront porter les teintes les plus disparates, puisque l'une pourra être perpendiculaire à

la direction des rayons lumineux, tandis que l'autre n'en recevra aucun.

Si l'on prétendoit faire plus, et juger par les effets d'ombre et de lumière, du degré précis d'inclinaison d'une pente, le désavantage de cette hypothèse se feroit encore mieux sentir. En effet, dans l'hypothèse de la lumière verticale; si l'on parvenoit à former une échelle de teintes assez sensible pour que tous les degrés d'inclinaison qu'un plan peut prendre en tournant autour d'une charnière horizontale y fussent distingués, on pourroit connoître, au moyen de cette échelle, la roideur de chaque pente. Mais dans l'hypothèse de la lumière oblique, une seule échelle ne suffiroit plus; il en faudroit autant qu'il peut y avoir de situations différentes des mêmes plans relativement au nord de la carte.

Un second argument d'une grande force appuye l'hypothèse de la lumière verticale. On ne doit pas oublier que, lorsqu'on vient ombrer un dessin topographique, il est déjà couvert en partie par les hâchures qui expriment les longueurs et les directions des pentes. Il faut donc que la convention suivant laquelle les ombres seront distribuées concorde avec le mode de dessin déjà employé, de manière à ne pas contredire les effets déjà produits par les lignes qui sont tracées sur la carte, mais à les augmenter au contraire et à les faire valoir. Or, quelles sont les seules parties du dessin exemptes de hâchures? Celles qui représentent les surfaces horizontales du terrain. Laquelle des deux hypothèses leur laissera cette blancheur, qui dans le dessin privé d'ombres les faisoit distinguer d'abord? Celle de la lumière verticale. Dans l'hypothèse de la lumière oblique, au contraire, quelles seroient les parties du dessin qui devroient être le plus éclairées? Celles qui représentent des pentes perpendiculaires à la direction des rayons, ou faisant avec l'horizon un angle de 50 à 65°. Mais ces pentes sont déjà couvertes de hâchures; leur éclat ne pourra donc jamais surpasser celui des surfaces horizontales, à moins qu'on ne répande

sur celles-ci une teinte plus forte encore, ce qui ne manqueroit pas d'ôter au figuré d'un pays peu accidenté, tout le mérite de la netteté.

On seroit conduit à la même règle dans l'emploi des ombres, si le figuré étoit fait au moyen des courbes horizontales jointes aux hâchures, ou au moyen de ces courbes seules. Car dans ce cas encore, les portions du dessin nettes de toute ligne sont celles qui représentent les surfaces horizontales ; et les projections des courbes horizontales se serrent, et par conséquent produisent une teinte foncée, sur des pentes rapides, qui, dans l'hypothèse de la lumière oblique, peuvent être placées de manière à exiger le plus d'éclat.

Après avoir ainsi combattu l'hypothèse de la lumière oblique, l'auteur ne néglige pas de répondre à l'objection que l'on fait le plus communément à celle de la lumière verticale, savoir, qu'elle n'est pas conforme à ce qui se passe dans la nature, et qu'en l'admettant on renonce à toute vérité d'effet. Il fait remarquer à ce sujet que, quelque direction que l'on suppose aux rayons lumineux, les ombres ne sont jamais la copie de celles que les objets peuvent réellement recevoir, mais seulement un moyen de convention propre à exprimer le relief ; et il ajoute que, depuis que l'on a banni de la topographie, les ombres portées et la perspective soit linéaire soit aërienne, il ne doit plus être question d'imiter la nature, ni de rien emprunter à l'art du peintre, qui est fondé sur l'emploi de ces deux moyens.

§. II.

L'hypothèse de la lumière verticale étant admise, l'auteur pense qu'il est possible, non-seulement de faire sentir laquelle de deux pentes est la plus inclinée, mais encore de faire apprécier le degré même de l'inclinaison ; et cela, non au moyen des teintes au lavis, qui ne peuvent offrir que de vagues indications, mais au moyen des hâchures seules, exécutées à la plume ou au burin. L'exposé de la méthode

qui doit conduire à ce résultat forme la seconde partie du Mémoire et en est le véritable but.

Mais avant d'entrer en matière, l'auteur doit expliquer pourquoi il rejette ici l'emploi des courbes horizontales équidistantes, pour ne s'attacher qu'aux hâchures. De semblables courbes, si on les considère sous le point de vue théorique, paroissent éminemment propres à donner la description exacte du terrain, lorsqu'elles sont en nombre un peu considérable: car si l'on mène sur le dessin des normales communes aux projections de deux courbes voisines, et que l'on compare la longueur de chaque normale, mesurée entre ces deux courbes, à l'équidistance des plans qui les ont formées, c'est-à-dire, à la verticale qui les sépare, on obtient l'expression de la pente par le rapport de sa base à sa hauteur; ou en d'autres termes, si l'on prend l'équidistance pour rayon, les normales sont les cotangentes des angles que les lignes de plus grande pente font avec l'horizon, puisque ces normales ne sont autre chose que les projections des lignes de plus grande pente. Il faut donc que des motifs puissans s'opposent à l'emploi de ces courbes, puisqu'on renonce aux services qu'elles peuvent rendre. Voici en peu de mots quels sont ces motifs.

1.° Ces courbes s'obtiennent par des opérations de nivellement, qui ne peuvent s'exécuter que rarement à cause du temps considérable qu'elles exigent.

2.° Ce premier motif acquiert une nouvelle force, si l'on considère que, pour que ces courbes expriment fidèlement le terrain, elles doivent être très-rapprochées et en grand nombre: si elles ne le sont pas, souvent dans les pentes douces on ne pourra mener aucune normale commune à deux courbes voisines, et celles qu'on pourra mener exprimant une surface moyenne, qui tantôt coupe, tantôt enveloppe le sol, s'écarteront tout-a-fait des véritables formes de ce sol.

3.° Les courbes substituent inévitablement des gradins horizontaux aux arêtes saillantes ou rentrantes, qui dans la nature sont presque toujours inclinées.

4.° La moindre erreur dans le niveau d'une courbe vicie toute la situation de cette courbe, et par conséquent l'expression du figuré dans tout l'espace compris entr'elle et les courbes voisines.

Il suit de là que les courbes équidistantes ne peuvent, dans la pratique, constituer une méthode générale applicable à tous les cas, qu'il faut les réserver pour les plans spéciaux, conformément à l'opinion de la Commission de 1802, et n'employer dans la topographie que les lignes de plus grande pente pour le figuré du terrain.

On demandera peut-être pourquoi on cherche une nouvelle méthode de tirer parti des hâchures, tandis qu'on pourroit simplement perfectionner ou préciser l'usage suivi jusqu'à présent, de donner approximativement aux hâchures des longueurs proportionnées aux cotangentes des angles que font les pentes avec l'horizon, c'est-à-dire, de les former d'un trait dont les extrémités s'appuyent sur deux courbes équidistantes voisines. A quoi on répondra d'abord, que les mêmes motifs qui font rejeter l'emploi des courbes équidistantes, s'opposent à l'admisssion d'une méthode qui a cet emploi pour base ; et en second lieu que, dans le cas même où ces motifs d'exclusion n'existeroient pas, s'en tenir à ce moyen tout géométrique, ce seroit renoncer à peindre aux yeux, à faire saisir autrement que par le moyen du compas les pentes variées du terrain. Or, c'est précisément à réunir ces deux avantages que tend la méthode exposée dans le Mémoire sur le figuré du terrain.

Puis donc qu'on renonce à exprimer les inclinaisons des pentes, par les courbes horizontales équidistantes et par les différentes longueurs des hâchures, il ne reste plus, pour

atteindre le double but que nous venons de signaler, qu'à *proportionner l'espacement ou la grosseur de ces hâchures aux angles que font avec l'horizon les lignes de plus grande pente* dont elles sont les projections. L'auteur désirant fixer l'attention sur ce sujet publia en 1820 une note où il présentoit quelques idées nouvelles pour l'espacement des hâchures. Quelques ingénieurs ont, depuis lors, dirigé leurs recherches vers ce point important, et ce n'a pas été sans frnit : plusieurs méthodes ont été imaginées, et en dernier lieu le capit. Noizet en a proposé une, qui paroît être exempte des reproches que l'on pouvoit faire aux autres et satisfaire aux conditions du problême. C'est celle que l'auteur a adoptée et qu'il expose ici en détail,

Cette méthode repose en général sur le principe que nous venons d'énoncer: mais elle met ce principe en œuvre de deux manières différentes, suivant que les pentes à exprimer sont *douces* ou *roides* : appliquant la dénomination de *douces* aux pentes dont la base est plus grande que cinq fois la hautéur, et celle de *roides* à celles dont la base est plus petite que cinq fois la hauteur, sans être plus petite que cette hauteur même.

1.° Pour les pentes douces, les hâchures seront des traits de grosseur constante et aussi déliés que possible : l'espacement de ces hâchures sera inversément proportionnel à l'inclinaison de la pente, c'est-à-dire, directement proportionnel à la longueur des normales mesurées entre deux courbes équidistantes. On fixe cet espacement à un seizième de cette longueur.

2.° Pour les pentes roides, l'espacement des hâchures augmentera quand la pente sera plus rapide, c'est-à-dire quand la longueur des normales diminuera, mais non pas dans une proportion exacte (1) ; en même temps la grosseur des

(1) Nous verrons plus loin la loi de cet espacement, et les raisons qui obligent à suivre cette loi au lieu d'une autre loi plus simple.

hâchures ou l'épaisseur des traits augmentera dans le même rapport.

Pour compléter l'énumération des pentes, il faudroit mentionner ici celles dont la base est plus petite que la hauteur, ou les *escarpemens :* mais il n'est pas nécessaire de leur appliquer une nouvelle méthode. Les escarpemens doivent s'exprimer par des traits horizontaux serrés et presque confondus, plutôt que par des lignes de plus grande pente. On les a toujours représentés ainsi, et on ne change rien à ce mode qui rend bien à l'œil ce qu'il doit indiquer.

Les bases de la méthode étant ainsi posées, nous allons entrer dans quelques détails sur les moyens d'exécution, sans prétendre les décrire d'une manière complète.

Deux opérations se feront d'abord sur le terrain. — 1.° On déterminera, soit avec des instrumens, soit à vue, des portions de courbes de niveau, qui donneront la direction des lignes de plus grande pente, puisque ces lignes leur sont perpendiculaires. Ces courbes ne seront ni continues ni équidistantes, mais elles devront être suffisamment multipliées pour indiquer toutes les inflexions du terrain, et situées de manière que les normales imaginées de l'une à l'autre se confondent sensiblement dans toute leur longueur avec la surface du terrain. Nous désignerons ces portions de courbes par l'épithète de *primitives*. — 2.° On mesurera pour chacune de ces courbes l'angle formé avec l'horison par une des lignes de plus grande pente qui s'y appuyent, et on le cotera sur le dessin, soit en nombres de degrés et minutes, soit par une fraction indiquant le rapport de la base de la pente à sa hauteur.

A cela se borne le travail à faire sur le terrain. Ces données étant obtenues; comme le but est de proportionner l'espacement ou la grosseur des hâchures à la longueur des normales comprises entre deux courbes *équidistantes*, il s'agit

d'intercaler de telles courbes ou portions de courbes, que nous nommerons *secondaires*, entre les portions de courbes primitives non-équidistantes qui sont déjà tracées. Et ici il faut remarquer que l'emploi de ces courbes secondaires ne participe à aucun des inconvéniens des courbes équidistantes dont nous avons parlé ci-dessus, parce que ce ne sont que des portions de courbes dont les groupes ne se raccordent jamais entr'eux pour envelopper toutes les formes du terrain de courbes continues. L'usage de ces courbes devant être uniquement d'établir selon la loi donnée l'espacement des hâchures, leur continuité devient indifférente.

Comme il importe que l'espacement et la grosseur, c'est-à-dire la teinte, soient toujours les mêmes pour une même pente, quelle que soit l'échelle du dessin, l'équidistance des plans des courbes secondaires sera fixée invariablement à un millimètre. Cela étant entendu, on aura soin de réduire les cotes, qui expriment la pente entre chaque couple de portions de courbes primitives, à une fraction qui ait l'unité pour numérateur (1). Alors on portera sur la normale qui joint les portions de courbes, et autant de fois que cela se pourra, une ouverture de compas comprenant autant de millimètres qu'il y a d'unités dans le dénominateur de la fraction : les divisions qui en résulteront, détermineront les points de passage des courbes secondaires que l'on cherche, et on en obtiendra le tracé complet en faisant des opérations analogues sur d'autres normales comprises entre les mêmes courbes primitives.

Les courbes équidistantes tracées, reste le travail des hâchures pour les pentes douces et roides.

---

(1) Une table ajoutée au Mémoire donne jusqu'à 45°, la réduction des pentes indiquées par des degrés, en de telles fractions, et la réduction inverse.

Pour les premières, il est facile de prévoir ce qu'il y a à faire. Il ne s'agit que d'espacer les hâchures à un seizième de la longueur de normale comprise entre deux courbes secondaires, c'est-à-dire d'en faire entrer seize dans un espace d'un nombre de millimètres égal au dénominateur de la pente. Nous n'entrerons pas dans le détail des procédés indiqués par l'auteur pour faciliter la pratique de cette opération et abréger le travail : il nous suffira de dire, qu'il le simplifie sans doute autant qu'il est possible de le faire, lorsqu'on prétend à une aussi grande exactitude, que celle que comporte la méthode.

Pour les pentes roides nous n'avons fait qu'indiquer la marche que suit l'espacement lorsque l'inclinaison varie. L'auteur de la méthode a voulu que la loi de cet espacement pût se raccorder avec celle de l'espacement pour les pentes douces, et ce raccordement devant avoir lieu pour la pente d'un sur cinq, limite entre les deux classes de pentes, il n'avoit qu'un parti à prendre pour remplir cette condition, c'étoit d'espacer les hâchures des pentes roides de manière que seize d'entr'elles fussent contenues dans un nombre de millimètres égal à ce qu'il faut ajouter au dénominateur de la pente pour compléter le nombre dix. En effet par ce moyen, la pente d'un sur cinq est exprimée, soit suivant la loi des pentes roides, soit suivant celle des pentes douces par seize hâchures dans un espace de cinq millimètres. De cette manière, les hâchures des pentes roides vont en s'écartant à mesure que la pente est plus rapide, et si elles étoient, comme celles employées pour les pentes douces, des traits toujours aussi déliés que possible, leur effet seroit précisément le contraire de celui que l'on veut obtenir. Mais on ne les écarte, qu'afin de pouvoir leur donner une épaisseur toujours croissante avec la rapidité de la pente, et c'est ainsi que l'on obtient un effet parfaitement d'accord

avec celui des pentes douces : comme on devoit se le proposer. Des moyens accessoires sont encore indiqués pour faciliter l'exécution dans l'espacement des hâchures des pentes roides. Quant à la grosseur des traits, comme elle n'est ici qu'un moyen d'effet et non pas de mesure exacte, elle s'indique par une échelle progressive, dans laquelle la grosseur des hâchures est proportionnée avec soin à leur espacement, et sur laquelle l'œil exercé du dessinateur choisit sans difficultés le trait à employer pour une pente donnée.

Telle est en abrégé la méthode de Mr. le cap. Noizet exposée dans cet écrit. Ce que nous en avons dit suffira pour la faire connoître à ceux, qui par goût ou par état, s'intéressent au progrès de la topographie. Mais s'ils désirent la mettre à l'épreuve de l'expérience, ils devront l'étudier dans ses détails et pour cela lire l'écrit même. Nous ferons deux remarques en faveur de la méthode.

1.° Elle est exempte d'un vice inhérent à celles que l'on avoit proposées jusqu'ici. Dans ces méthodes, on prétendoit employer la loi de l'espacement des hâchures directement proportionnel à la rapidité des pentes, pour la description de toute espèce de pentes, et de cette manière, on tomboit inévitablement dans l'un ou l'autre de ces deux inconvéniens, ou de ne pouvoir plus tracer des traits distincts pour les pentes roides, si le rapport de leur espacement à leur longueur étoit petit, ou de représenter les pentes douces par des traits ridiculement distans, si le même rapport étoit grand. On a évité cet écueil en divisant les pentes en deux séries et en traitant chacune de ces séries sur un mode différent.

2.° Tout en donnant un moyen exact de mesurer au compas sur un plan, l'inclinaison d'une pente, cette méthode ordonne les hâchures de manière que le dessin offre à la

seule inspection une image frappante et vraie des mouvemens du terrain que l'on veut représenter. C'est ce dont on peut se convaincre en jetant les yeux sur la planche très-soignée, qui accompagne le Mémoire et qui aide puissamment à bien saisir l'exposé des moyens d'exécution.

Qu'il nous soit permis d'ajouter ici quelques observations générales sur les deux objets de l'écrit que nous avons analysé.

La force des argumens avancés en faveur de la lumière verticale, nous paroît dépendre de l'échelle de la carte à construire et du but dans lequel on la fait. Dès que l'échelle tombe au-dessous d'une certaine limite, les formes des collines et des montagnes sont nécessairement rendues avec si peu de rigueur, que la prétention de peindre l'inclinaison des pentes par le moyen des teintes, devient illusoire, puisque ces pentes sont rompues en mille autres qui échappent complètement au tracé. Et quant au but de la carte, si les inclinaisons des pentes ne sont pas ce qu'on doit y chercher, si cette carte doit, non servir de base aux calculs minutieux d'un ingénieur, mais seulement aider à saisir l'ensemble des inégalités d'un pays et la distribution de ses cours d'eau, alors peut-être perdroit-on plutôt que de gagner, à abandonner l'hypothèse de la lumière oblique, au moyen de laquelle l'œil conçoit si promptement la direction des chaînes et la coupe des bassins. Aussi le titre de l'écrit paroît indiquer que c'est aux cartes *topographiques* seulement que l'auteur prétend appliquer les idées qu'il soutient. Malheureusement la dénomination de *topographique* n'exprime pas avec précision au dessus de quelle limite doit se trouver l'échelle des cartes auxquelles elle est donnée : elle désigne en général les cartes du second ordre, celles qui se forment de l'assemblage et de la réduction des *levers* : mais cette réduction peut être plus ou moins forte. De plus la limite qui

sépare la topographie de la *chorographie* est incertaine. Enfin le but de deux cartes topographiques peut être différent, et exiger ainsi deux modes différens d'éclairement.

Il est à regretter que l'auteur n'ait pas fixé nos idées à cet égard. Nous devons dire que les essais faits pour appliquer l'hypothèse de la lumière verticale à des cartes, qui, par leurs détails pouvoient être considérées comme topographiques, et qui, à cause de leur étendue, appartenoient à la chorographie, n'ont pas été entièrement satisfaisans. L'œil y saisit avec peine les groupes de montagnes, et le fini des détails nuit à l'ensemble de la carte.

Les mêmes réflexions s'appliquent à la méthode exposée ici pour le tracé des hâchures; en effet dès que l'on renonce à supposer la lumière verticale, on renonce par là à peindre l'inclinaison des pentes avec exatitude, et on doit par conséquent s'en tenir aux indications vagues que procurent les hâchures employées dans le mode actuel.

Mais toutes les fois qu'il s'agira de dresser un lever, un plan, une carte topographique à grande échelle, pour l'un des services publics militaires ou civils; toutes les fois que l'on aura à figurer un terrain, sur lequel doivent s'établir des ouvrages de fortifications permanente ou des camps retranchés, se tracer des routes, se creuser des canaux; d'une part, il ne nous paroît pas que l'on puisse rien objecter à l'hypothèse de la lumière verticale, de l'autre la méthode de hâchures proposée, l'emporte sans doute pour la justesse et la facilité d'exécution, sur tout ce qui a été imaginé jusqu'ici.

G. MAURICE, *Offic. du Génie.*

MÉTÉOROLOGIE.

METEOROLOGISCHE BEOBACHTUNGEN, etc. Observations météorologiques dans les époques remarquables de la fin de l'année 1821, et février 1822 recueillies par Mr. GILBERT. (*Annales de Gilbert*, Cah. 9. 1822).

(*Extrait*).

MR. le Prof. Brandes de Breslau avoit invité, par un article inséré dans les *Annales* de Mr. Gilbert, les observateurs qui avoient recueilli des faits relatifs aux époques météorologiques remarquables qui ont eu lieu à la fin de décembre 1821 et en février 1822, à les lui communiquer, en indiquant en même temps la hauteur moyenne du baromètre dans le lieu où ils ont observé. Cette invitation n'a pas été sans résultat. Mr. Gilbert, qui a recueilli ces matériaux, commence à en donner l'extrait en citant ceux qui lui sont parvenus de la partie moyenne de la France, et de Suisse. Il les regarde comme des modèles à suivre dorénavant, à raison des soins particuliers que les observateurs ont pris pour les rendre exacts et comparables.

Le premier Mémoire cité est celui que Mr. Flaugergues astronome, résidant à Viviers, a publié dans le Journal de physique. Il renferme le tableau météorologique complet de l'année 1821. Nous en extrairons pour l'objet qui nous occupe, les particularités suivantes.

Le baromètre observé est à réservoir, et le niveau inférieur du

mercure est élevé de 29,69 toises au-dessus de la mer. Son *minimum* a été observé le 25 décembre à trois heures du matin à 26 p. 10, li. 43, toutes corrections faites (1).

Le maximum avoit eu lieu le 7 février à dix heures trente minutes du matin, à 28 p. 8, li. 86; la différence entre ces deux extrêmes a été de 22, li. 43.

Mr. Herrenschneider, Prof. de physique expérimentale au Séminaire protestant de Strasbourg, et observateur assidu et exact, a communiqué les observations dont voici l'extrait.

Le baromètre a trois lignes de diamètre intérieur; sa cuvette a trois pouces huit lignes. Sa surface est élevée de 467,7 pieds sur le niveau de la mer; et la hauteur moyenne du mercure, d'après dix-neuf années d'observations, est de 27 p. 9, li. 003 réduite à la température de + 10 R.

Le 17 décembre à midi le baromètre étoit à sa hauteur moyenne de 27 p. 9 li. Il fit trois oscillations au-dessus et au-dessous jusqu'au 23 à dix heures du soir, où il étoit à 27. 5,3. Depuis cette époque il descendit presque uniformément pendant toute la journée du 24; il resta stationnaire jusqu'à sept heures du matin le 25, et descendit à sept heures et demie à son minimum de 26. 5,3; ensuite il remonta très-lentement pendant le reste de la journée.

Dans la nuit du 26 le baromètre descendit un peu, et remonta continuellement jusqu'au 27 à dix heures du soir, époque à laquelle il atteignit la hauteur de 27 p. 3,3. Le 28 une seconde baisse survint; le minimum eut lieu le 29, à 26,10,3. Il remonta ensuite.

Mr. H. observe, que le minimum arrivé en 1822 se rapproche de ceux observés le 25 mars 1820 et le 12 janvier 1806. Le premier étoit de 26. 8,7 et le dernier, de 26. 9,2 Tous les autres sont moins importans.

---

(1) Ce minimum répond, à une heure près, à celui observé à Genève le même jour. (R)

Le maximnm du baromètre observé à Strasbourg dans le siècle actuel, avoit été de 28. 5,0 (le 16 novembre 1805) ; et dans l'année 1821, le 6 février, à 28. 7,5; l'amplitude des oscillations du baromètre pendant l'année 1821 à été à Strasbourg de 2p. 2,2. Pour qu'il tombât d'autant il faudroit qu'on s'élevât à la hauteur de 2060 pieds de Paris.

Nous supprimons ici les détails relatifs aux observations de Genève, du St. Bernard, de Tolmezzo en Frioul, de Joyeuse, et de La Chapelle, attendu qu'ils sont extraits de la *Bibliothèque Universelle*, où nous les publiames dans le temps.

D'après les observations de Mr. Arago, à l'Observatoire de Paris, depuis 1785, c'est-à-dire, depuis qu'on observe régulièrement, le baromètre n'a jamais descendu aussi bas que dans la nuit du 24 au 25 décembre. A neuf heures du soir il étoit à 26. 4, 12. Le thermomètre à l'air étoit à + 9,6 centig. Chaleur remarquable pour la saison.

La plus grande hauteur du baromètre qu'on eût observée depuis long-temps avoit eu lieu le 6 février de la même année ; à neuf heures du matin, le baromètre étoit monté à 28 p. 10, li. 13. Le thermomètre à l'air étoit à — 1,2 centig. La différence du maximum au minimum est de 2 p. 6 li..

A Boulogne sur mer, le mercure du réservoir du baromètre étoit élevé de 13,2 mètres sur le niveau de l'océan. Le minimum eut lieu le 25 à cinq heures neuf minutes du matin, le baromètre étoit alors à 26 p. 2, li. 87. La hauteur moyenne du baromètre à cette station est = 28 p. 1, li. 42. Ainsi, le minimum observé étoit de 1 p. 10, li. 55 au-dessous de la moyenne.

Lettre de Mr. Meyer, de St. Gall au Prof. Pictet, sur la baisse extraordinaire du baromètre qui a eu lieu le 2 février.

St. Gall 28 *fév.* 1823.

Mr.

La baisse extraordinaire du baromètre le 2 février dernier (qui a surpassé encore d'une demi-ligne le minimum jusqu'alors sans exemple du 25 décembre 1821) a certainement été l'objet des observations de tous les amateurs de la météorologie. Je prends la liberté de vous communiquer les miennes, présumant qu'il ne sera pas tout-à-fait sans intérêt pour vous d'avoir les observations de beaucoup d'endroits différens.

Mon baromètre (ou plutôt mes baromètres, car j'en observe un à syphon, et un autre à cuve) est situé quinze pieds au-dessus du niveau de la rue. La hauteur moyenne à St. Gall est de 26,012 pouc. (à + 10 du thermomètre, en 80); l'échelle est divisée en pouces de Paris, le pouce en dixièmes; et moyennant le Vernier, et un peu d'exercice, on peut distinguer la millième du pouce. Toutes les observations sont réduites à + 10 du thermomètre en 80 parties.

Depuis le 10 janvier le baromètre s'est toujours tenu au-dessous de sa hauteur moyenne. Il descendit beaucoup dans la nuit du 30 au 31, et de là il continua sans interruption sa marche descendante jusqu'au *minimum* inouï du 2 février. Voici sa marche.

		pouc. millièmes.
Le 30 janvier soir	$4\frac{1}{2}$ heures...	25, 863
Le 31 janvier matin	$7\frac{1}{4}$	, 566
soir	$4\frac{1}{2}$	, 371
1 février matin	$7\frac{1}{4}$	, 308
	10	, 280
	1	, 260
Le 1 février soir	$4\frac{1}{2}$	, 175
nuit	11	, 112
2 février matin	$7\frac{1}{4}$	, 032
	9	, 000
	$11\frac{1}{2}$	24, 938
midi	12	, 910
	1	, 868
	$3\frac{1}{2}$	, 830 minimum
	$4\frac{1}{2}$	, 838
	7	, 841
	9	, 879
Le 3 février matin	$7\frac{1}{4}$	25, 081

Ce minimum remarquable (de $\frac{46}{1000}$ de pouce plus bas que le minimum de la nuit du 24 au 25 décembre 1821) n'a eu aucune suite fâcheuse, et n'a produit aucun mouvement tumultueux dans notre atmosphère ; le temps étoit tout-à-fait calme. Un brouillard épais couvroit la ville de St. Gall. A peine ai-je pu observer la direction du vent, qui étoit S.E. Dans la nuit du 2 au 3 février, on a éprouvé quelques coups de vent qui n'étoient cependant pas d'une extrême force. Le thermomètre s'est maintenu pendant toute la journée du 2 février entre $= 0\frac{1}{2}$ et 1.

A Gais dans le canton d'Appenzell, à trois lieues d'ici, cette baisse du baromètre a effrayé beaucoup de personnes qui se souvenoient de l'ouragan terrible du 25 décembre 1821, qui fit tant de mal dans cette contrée ; les paysans et les fabricans

demandoient à leur Ministre ce qu'il pensoit de l'état du baromètre et des suites que pourroit avoir cette baisse extraordinaire.

Il est remarquable que le minimum s'est trouvé ici à trois heures et demie (peut-être à quatre heures, car je n'ai point observé jusqu'à $4\frac{1}{2}$ h. où le baromètre étoit monté de $\frac{8}{1000}$) à Zurich le minimum a eu lieu aussi à quatre heures d'après Mr. Escher, mais à Berne à $12\frac{3}{4}$, selon Mr. Fuëter.

Je suis, etc.

D. MEYER, Pharmacien.

P.S. Avant hier 26, le baromètre est tombé, entre sept heures du matin et sept heures du soir, de 0,412 de pouce; ensuite, il est un peu monté; néanmoins il se tient toujours de 0,650 à 0,680 au-dessous de sa hauteur moyenne.

LETTRE DE MR. TARDY DE LA BROSSY, au Prof. PICTET, sur les oscillations du Baromètre.

Joyeuse, 16 *Mars* 1823.

MR.

DEPUIS ma précédente lettre, le calme que je croyois alors rétabli dans l'état de l'atmosphère, a été démenti par les variations brusques et fréquentes du baromètre, le plus souvent au-dessous de sa hauteur moyenne, et notamment les 27 février et 9 mars, où l'abaissement, quoique bien moindre que le 2 février, a été du nombre de ceux, qui n'arrivent que rarement. Nous n'avons pas néanmoins éprouvé d'intempéries bien fâcheuses, et jusqu'à présent tout s'est réduit à ce que le printems *de fait*, qui, dans notre pays

précède ordinairement de beaucoup le printems *nominal*, ne nous est pas encore arrivé.

D'autres contrées n'en auront pas été quittes à si bon marché. Vous verrez ce qu'il en a été dans le département de la *Haute-Garonne*, par le fragment ci-joint de l'Echo du Midi, journal qui s'imprime à Toulouse, et qu'on ne reçoit peut-être pas à Genève.

Je suis, etc.

TARDY DE LA BROSSY.

P.S. Vousavez pu voir dans les journaux de Paris, que c'est le 2 février que s'est perdue la corvette française la *Cornaline*, sur le cap la Roque, près de l'embouchure du Tage.

Extrait de l'Echo du Midi du 10 *février.*

— L'importance des matières politiques nous avoit empêché de parler encore des singulières anomalies qu'a présenté le temps, et dont nous sommes encore les témoins. On sait que dans la nuit du 1.er février le baromètre descendit jusqu'à 26 p. 3 l., abaissement extraordinaire et qui n'avoit point encore été observé à Toulouse. Depuis cette époque, le temps n'a que trop bien réalisé ce que le baromètre sembloit alors prédire. De la pluie en abondance, de la grêle, un vent d'ouest très-fort, des éclairs et des coups de tonnerre, ont signalé les premiers jours de ce mois ; il a encore grêlé vendredi dans l'après-midi, et plusieurs coups de tonnerre se firent entendre ; le temps étoit très-orageux ; et il est étonnant que les coups de tonnerre n'aient pas été plus fréquens, cela tient peut-être aux grands coups de vent qu'il faisoit alors. Le baromètre qui étoit sensiblement remonté depuis le 2 février, sans cependant arriver au terme du variable, fixé pour nous à 27 p. 8 l. $\frac{1}{2}$, n'a point offert de grandes variations ; depuis cette époque la hauteur moyenne

a été à-peu-près de 27 p. 4 l. Il a grêlé en plusieurs endroits différens et bien éloignés l'un de l'autre, dans le département des Pyrénées-Orientales et dans celui de Tarn-et-Garonne ; un fort orage éclata même il y a quelques jours à Montauban. Les journaux noùs apprendront sans doute les désastres qu'auront occasionné les coups de vents et les tempêtes sur les côtes de l'Océan ; une dépression barométrique moins forte, fut, l'année dernière, le signal d'horribles malheurs arrivés sur presque tout le littoral de l'Europe continentale, des nombreux naufrages qui eurent lieu dans la dernière quinzaine de décembre 1822.

Ce n'est pas seulement dans le sud-ouest de l'Europe, que l'apparition de météores aëriens ou aqueux, a été simultanée avec le grand abaissement du baromètre au commencement de février. Un de nos amis récemment arrivé d'Edimbourg, où il se trouvoit encore à cette époque, nous a communiqué à cet égard la note suivante.

» Vers le milieu de janvier il tomba beaucoup de neige en Ecosse, et le temps devint très-froid. A la fin de ce mois un dégel soutenu fit prendre à la campagne l'aspect du printemps ; les vents cependant étoient violens, et les changemens de l'atmosphère soudains et multipliés. »

» Le premier de février un vent très-fort de sud-est amena une très-grande quantité de nuages, et fit présager une nouvelle chute de neige ; elle commença en effet dès le lendemain, et en peu d'heures elle couvrit tout le pays, à une assez grande hauteur. Elle avoit l'apparence d'une grêle petite et peu dense (*sleet*), telle qu'on l'observe toujours quand la tempête doit durer long-temps. Elle étoit poussée par le même vent qui souffloit par rafales avec beaucoup de violence. Cet état désordonné de l'atmosphere dura trois jours ; puis, le vent cessa, la chute de neige n'eut plus lieu que

pendant quelques heures sous la forme de gros flocons. »

» Cette chute n'a pas atteint la même hauteur sur toutes les parties de l'île ; elle a été plus considérable sur la côte de l'ouest ; mais, sur celle de l'est, elle fut si forte que toute communication entre l'Ecosse et l'Angleterre fut interrompue pendant dix jours, et que pendant plus de trois semaines on ne put parcourir qu'à cheval cette partie de l'Angleterre. »

» Dans les environs de Berwick, d'Alnwick et de New-castle (*Tyne*) la neige avoit de huit à dix pieds dans plusieurs endroits en rase campagne ; et dans des ravins ou des vallées étroites où le vent l'avoit accumulée, elle avoit atteint la hauteur de trente à quarante pieds ; à mesure qu'on s'approchoit du midi on trouvoit la chute de neige moins considérable. Aux environs de Stamford, par exemple, la neige n'avoit plus que quelques pouces. »

» Plusieurs individus, surpris par la tempête, ont péri dans les neiges quoiqu'ils fussent peu éloignés des lieux habités. »

» Les personnes les plus âgées d'Ecosse ne se rappelent d'avoir rien observé de semblable. »

Dans le but de rendre plus faciles et plus précises les comparaisons entre la marche simultanée du baromètre dans divers lieux, il est extrêmement commode de la représenter par une ligne courbe que l'on construit d'après les observations de chaque jour, et dont les inflexions peignent à l'œil en un instant, une marche qu'on ne reconnoit que lentement et difficilement dans des registres d'observations. A cet effet on trace, ou ce qui est mieux, on fait graver et tirer un nombre d'exemplaires d'un canevas, ou cadre, tel que celui représenté dans la figure qui accompagne ce cahier (Voy. pl. II). Les colonnes verticales répondent à chaque jour du mois, numéroté de cinq en cinq, et des colonnes ho-

rizontales représentent les hauteurs du baromètre, indiquées en pouces et lignes, ou selon l'échelle métrique si on la préfère. On place par un point chacune des observations du baromètre dans la colonne du jour, à l'endroit, compté sur la largeur de la colonne, qui répond à l'heure de l'observation (chaque ligne verticale représentant minuit), et à la hauteur en lignes et en fractions de lignes qui a été observée; et quand tous ces points sont marqués sur le canevas, on les joint par une ligne dont les inflexions peignent au naturel la marche ascendante et descendante du mercure dans tout le mois; on peut tracer deux ou plusieurs courbes sur un même canevas, et les distinguer par les couleurs différentes; on peut aussi représenter de la même manière la marche du thermomètre.

Dans la figure que nous offrons pour exemple la courbe supérieure indique la marche du baromètre à l'Hospice du St. Bernard, et l'inférieure la marche simultanée d'un instrument semblable dans notre appartement à Genève, où nous l'observons deux fois par jour (au lever du soleil et à deux heures) comme on le fait à la station supérieure. Nous avons choisi pour exemple de ce procédé le mois de février dernier si remarquable par le *minimum* d'abaissement du mercure qui a eu lieu le 2, terme qui a dépassé, presque partout, ceux observés jusqu'à ce jour, et par l'instabilité et les grandes oscillations qui ont eu lieu dans la pression atmosphérique, circonstances qui contribuent à rendre plus évidente la ressemblance et la presque simultanéité des mouvemens du mercure aux deux stations indiquées, quoique séparées par un intervalle de seize lieues en ligne droite, par la haute chaîne des Alpes du Mont-Blanc, et par plus de mille toises de hauteur verticale.

Pour rendre ces courbes comparables d'un pays à un autre, il suffit de convenir de l'échelle adoptée dans le canevas.

Dans celle que nous avons tracée les lignes horizontales sont séparées par un intervalle d'une ligne ($\frac{1}{12}$ de pouce) et les verticales sont à environ deux lignes l'une de l'autre. Ces proportions, d'ailleurs arbitraires, nous semblent tenir un milieu assez juste pour que les résultats soient suffisamment distincts, sans exiger une précision microscopique.

CHIMIE.

AUFLOSLICHKEIT DER ERDEN, etc. Solubilité des terres par le sucre. *Journal de chimie de Schweigger*, vol. V. Cah. 4. (*Traduction*).

MR. Ramsay a fait à Glasgow une série d'expériences d'après le Dictionnaire de chimie du Dr. Ure, sur la propriété du sucre d'accroître la solubilité de certaines terres; et il a trouvé les résultats suivans:

Une solution de sucre avec de l'eau à 50° F. peut dissoudre la moitié de son poids de terre calcaire, et le produit est une liqueur d'une belle couleur de vin blanc clair, qui a le goût de la chaux fraîchement éteinte. Cette solution est précipitée par les acides carbonique, sulfurique, et oxalique, par l'acide du citron et du tartre; elle se décompose en vertu de la double affinité par la soude caustique et le carbonate de soude, par le nitrate, le tartrate, et l'oxalate de soude, etc.

Des poids égaux de sucre et de terre de strontiane se dissolvent dans l'eau bouillante et y restent dissouts à 50° F. Si on expose à l'atmosphère les cristaux qui se forment au moment du refroidissement de la solution, ils attirent l'acide carbonique avec efflorescence.

La solution de la terre de strontiane dans du sucre a une belle couleur claire, de vin blanc, et un goût caustique particulier. Elle peut se précipiter et se décomposer comme la solution de sucre de chaux précédente.

La solution de magnésie dans de l'eau sucrée est d'un blanc pur, le goût n'est pas très-différent d'une simple solution de sucre, seulement plus velouté et plus agréable. Si on laisse cette solution pendant quelques mois dans des bouteilles bouchées, toute la terre amère paroît s'en séparer.

L'alumine fraîche ne peut se dissoudre dans l'eau sucrée qu'en très-petite quantité. On sait que le sucre brut dépose souvent, à la solution, une quantité considérable d'une substance blanche et grisâtre. C'est la chaux dissoute lorsqu'on clarifie le vesou ou le jus de la canne de sucre, et qui est indissoluble par l'union de l'acide carbonique. Cet acide carbonique est non-seulement absorbé de l'atmosphère, mais aussi reçu par le sucre, ce qui est prouvé par une solution de terre calcaire dans de l'eau sucrée qui dépose peu-à-peu un carbonate de chaux blanc jaunâtre, quand même on l'enferme hermétiquement dans des bouteilles.

Uber salzsaures gold, etc. Notice sur le muriate d'or comme réactif de l'oxidule de fer. Extrait d'une lettre du Prof. Ficinus de Dresde au Prof. Schweigger à Halle. (*Journal de chimie et de physique de Schweigger.*

(*Traduction*).

Dresde, 7 *oct.* 1822.

Lorsque dans le mois de septembre dernier j'analysai les sources de Töplitz, j'eus occasion de vous montrer l'effet remarquable du muriate d'or sur quelques sources dans lesquelles il forma un précipité noir. Je fus d'abord incertain sur la cause de ce phénomène; il n'étoit pas occasionné par le soufre, car l'oxide d'argent dissous dans l'ammoniaque n'en montroit aucune trace. Selon toute probabilité on ne pouvoit trouver la cause que dans l'oxidule de fer. J'ai fait ensuite à Dresde d'autres expériences, et j'ai trouvé que le muriate d'or étoit le moyen le plus sûr pour reconnoître l'oxidule de fer, sous la condition cependant qu'il y ait de la soude carbonatée dans le mélange, et c'est ce qui a lieu dans les eaux de Töplitz. Ce *sel d'or* est beaucoup supérieur pour la rapidité de l'effet à toute autre liqueur d'épreuve; il surpasse de beaucoup la noix de galle; car quand celle-ci ne donnoit qu'à peine, après vingt-quatre heures, une trace de changement de couleur, l'or noircissoit déjà après quelques secondes; un seizième de grain de vitriol de fer dissous avec une égale quantité de soude dans quatre onces d'eau produisit

avec une goutte de solution d'or saturée un fort précipité, dont la couleur passa plus tard au pourpre. Sans soude, le liquide ne se montra trouble qu'après trois jours. Seulement là où la quantité de fer est petite, comme dans la source principale de Töplitz, le sel d'or ne produit pas un effet sûr.

Il me semble qu'on pourra par ce moyen remplir une lacune dans les réactifs, car il en manquoit jusqu'à présent un dont on pût se servir avec précision sur l'oxidule de fer. L'addition de la soude ne présente dans le procédé point de difficultés. Je soumets cet objet à l'examen de tous les chimistes, car il me paroît probable qu'on pourra arriver par l'emploi de l'or à déterminer de suite la quantité existante d'oxidule de fer.

GÉOLOGIE.

ESSAI GÉOGNOSTIQUE SUR LE GISEMENT DES ROCHES DANS LES DEUX HÉMISPHÈRES. Par Alexandre de HUMBOLDT. Paris chez *Levrault* 1813. Un Vol. in-8.°

(*Extrait.*)

NOUS avons eu plus d'une fois l'occasion d'insister sur l'importance des *Monographies*, c'est-à-dire, des descriptions partielles, ou locales, mais complètes, de chacune des branches, indéfiniment subdivisées, de l'histoire naturelle. Un édifice ne peut être solide et régulier si chacune des pierres dont il est composé n'a été taillée avec soin sur toutes ses faces, sur celles qui se montrent au jour, comme dans celles qui

la lient aux pierres voisines. C'est ainsi qu'on travaille, de nos jours, au vaste palais de la science.

Mais, si cette structure exige, dans ses détails, des artistes nombreux, capables et consciencieux, il faut encore d'autres conditions pour qu'elle se réalise. Les matériaux, quelque bien façonnés qu'on les suppose, s'entasseroient sans ordre, ni mesure, si, pour l'ordonnance générale et particulière des masses, il n'apparoissoit de temps en temps des architectes, dont le génie et les moyens fussent à la hauteur de l'ouvrage. De tels hommes sont rares, parce qu'il est rare qu'un même individu réunisse les qualités et les circonstances nécessaires au rôle éminent que nous lui attribuons. Prenons pour exemple la Géologie, science à la fois neuve et grande, que notre De Saussure prit au berceau, et qui se développe aujourd'hui d'un pas rapide.

L'homme capable de coordonner les nombreux élémens dont elle se compose, devra avoir reçu de la nature une constitution robuste et des sens parfaits, un esprit porté aux recherches, une activité infatigable, une grande force de volonté, et une persévérance à toute épreuve. Sa première éducation aura dû être soignée et complète, pour le munir de toutes les ressources que les langues anciennes et modernes peuvent fournir. Dans la seconde, il aura dû acquérir les connoissances de mathématiques, de physique et de chimie qui sont des auxiliaires indispensables dans toutes les branches des sciences naturelles et dans la Géologie en particulier. Ce n'est pas tout; l'étude de la surface visible du globe ne suffit point au Géologue; il doit avoir pénétré dans les profondeurs, autrement que par la pensée; il doit avoir vécu quelque temps avec les mineurs dans leurs souterrains et y avoir étudié les stratifications intérieures qu'il aura à comparer à celles de la surface. Alors seulement, commenceront les voyages d'observation qui, dans la force de l'âge et de

toutes les facultés, seront l'élément, l'occupation unique du naturaliste géologue; il ne les bornera, ni à une contrée, ni à l'un des grands continens; sa récolte de faits, d'observations, sera immense; ses occasions et ses moyens de comparaison et de vérification, innombrables. C'est ainsi préparé, que, dans le silence du cabinet, sans autre passion que celle de la vérité, il tracera le plan, il posera les bases, il ébauchera peut-être quelques parties, du grand édifice que ni un homme ni un siècle ne verront achever.

On dira que ce portrait est fantastique et sans modèle. Nous répondrons qu'il est esquissé d'après nature. Tous ceux de nos lecteurs qui ont quelques relations directes ou indirectes avec l'original l'ont déjà reconnu; ceux qui ont lu une seule de ses savantes productions l'ont deviné; enfin il est superflu de nommer HUMBOLDT à tout Européen, Mexicain, ou Péruvien qui s'est occupé d'histoire naturelle, et sur-tout de Géologie, dont la Géognosie est la base.

Le gisement des roches dans les deux hémisphères, titre aussi laconique qu'il soit possible d'en imaginer, comprend en réalité la Géognosie à-peu-près entière. Il implique d'abord la reconnoissance exacte, et la classification, des diverses matières pierreuses qui composent l'écorce solide de notre globe; ensuite, l'étude d'une suite de grands phénomènes que nous présentent les dispositions relatives de ces roches; de celui de leur *stratification* par couches d'épaisseurs très-variées; de la *superposition* de ces couches les unes aux autres, c'est-à-dire, de l'ordre *certain* de leur succession dans la série des temps; du phénomène de leur *direction*, c'est-à-dire de celle de la commune section de leurs plans avec l'horizon; des *inclinaisons* très-variées de ces couches, indication certaine qu'elles ont été plus ou moins bouleversées; de leurs *inflexions* fréquentes sous des courbures très-brusques, preuve sûre qu'elles étoient alors dans un état de mollesse;

des *époques relatives* de ces bouleversemens dans les temps cosmiques, jusqu'à la révolution qui les a terminés, qui a commencé les temps historiques, et laissé la surface de notre planète à-peu-près telle que nous la voyons sur les deux hémisphères. Ce vaste ensemble de faits et de méditations est compris dans le bref et modeste titre choisi par le savant Géologue.

» L'ouvrage que je soumets au jugement des Géognostes, (dit-il dans la préface), embrasse pour ainsi dire, toute la géognosie positive. Si j'avois atteint le but que je me suis proposé, les phénomènes de superposition les plus remarquables qu'offrent les deux continens, au nord et au sud de l'Equateur devroient y être consignés et disposés dans l'ordre de leur enchaînement mutuel ; je n'ose me flatter d'avoir réussi à renfermer dans un cadre étroit une si grande variété d'objets ; j'espère cependant que mon travail offrira deux genres d'intérêt ; celui de faire connoître une masse considérable d'observations qui n'ont pas été publiées jusqu'ici, et celui de présenter quelques vues générales sur la succession des roches, considérées comme *termes* d'une série simple, ou périodique. »

» La comparaison des roches de l'ancien monde avec celles de la Cordillière des Andes se fonde exclusivement sur mes propres recherches. Pour me prémunir contre le danger des premières impressions, ou des erreurs qui naissent de certaines préventions dogmatiques, j'ai relu, dans ces derniers mois, tous les manuscrits que j'ai rapportés de mon voyage; j'ai comparé les descriptions aux coupes et aux profils des montagnes qui ont été tracés sur les lieux. Après avoir discuté l'ensemble des rapports géognostiques, je me suis arrêté à ce qui m'a paru le plus certain, ou le plus probable. Partout j'ai annoncé avec franchise ce qui exigeoit un examen plus approfondi. Avant d'appliquer aux formations des Andes, de l'Orénoque, de l'Amazone ou de la Nouvelle-Espagne,

des noms systématiques, j'ai décrit leurs divers rapports de gisement, de composition et de structure. Cette méthode, que j'ai constamment suivie, mettra le lecteur en état de prononcer plus facilement sur le degré de confiance que méritent mes déterminations. Si l'on se rappelle, qu'avant mon voyage dans l'Amérique équinoxiale, presqu'aucune roche de ces contrées n'avoit été nommée, que je n'ai pu être guidé dans l'étude des *superpositions* par aucune observation antérieure, on sera moins étonné, je l'espère, de trouver que toutes mes descriptions ne sont pas également complètes. Les articles que j'ai consacrés aux diverses formations sont d'une étendue inégale selon le nombre plus ou moins grand des faits nouveaux que j'ai pu y ajouter. »

Quant au mode de tractaction, écoutons encore l'auteur. « Dans cet *Essai géognostique* (dit-il) comme dans mes *recherches sur les lignes isothermes*, sur la *géographie des plantes*, et sur les lois que l'on observe dans la *distribution des formes organiques*, j'ai tâché, tout en exposant le détail des phénomènes, de généraliser les idées, et d'aborder quelques-unes des grandes questions de la philosophie naturelle. J'ai insisté principalement sur les phénomènes d'*alternance*, *d'oscillation* et de *suppression* locale, sur ceux que présentent les *passages* des formations des unes aux autres par l'effet d'un *développement intérieur*. Ces questions ne sont pas de vagues spéculations théoriques; loin d'être infructueuses, elles conduisent à la connoissance des lois de la nature. C'est rabaisser les sciences que de faire dépendre uniquement leur progrès de l'accumulation et de l'étude des phénomènes particuliers. »... « J'ai apporté un grand soin à l'indication des lieux qui offrent les phénomènes de gisement les plus intéressans. J'y ai souvent ajouté les résultats de mes mesures barométriques : et lorsqu'il est question de pays dont les cartes sont très-imparfaites, j'ai indiqué les latitudes telles que je les ai déterminées par

des observations astronomiques pendant le cours de mes excursions dans les Cordillières. »

Après ces éclaircissemens préliminaires, entrons, avec l'auteur, en matière.

Dans une science nouvelle il importe avant tout de s'entendre sur les termes; et d'entrée, le mot *formation*, l'un des plus usités dans les ouvrages récens, a deux sens différens qu'il faut distinguer. Le premier, désigne la manière dont une roche a été produite (quand on le sait ou qu'on croit le deviner) il a donc rapport à l'origine des choses, à une science incertaine qui se fonde sur des hypothèses. Le second sens indique un assemblage, ou systême de masses minérales tellement liées entr'elles qu'on les suppose formées à la même époque, et qu'elles offrent, dans les lieux de la terre les plus éloignés les mêmes rapports généraux de gisement et de composition. Des *roches* qui alternent les unes avec les autres, qui s'accompagnent habituellement et qui offrent les mêmes rapports de gisement, constituent une même *formation*; et la réunion de plusieurs formations constitue un *terrain*. Mais la langue n'est pas toujours ainsi précisée, et les mots de *roches*, de *formations* et de *terrains* sont employés fréquement comme synonymes dans plusieurs ouvrages de géognosie.

Il n'est pas aisé de circonscrire les limites d'une même formation; le calcaire du Jura, et le calcaire Alpin, très-séparés dans une région, paroissent par fois étroitement liés dans une autre. Ce qui annonce *l'indépendance d'une formation*, comme l'a très-bien observé Mr. de Buch, c'est sa *superposition immédiate* sur des roches de diverse nature et qui, par conséquent, doivent être considérées comme plus anciennes. Par exemple, le grès rouge est une formation indépendante, parce qu'il est superposé indifféremment sur du calcaire noir (*de transition*) sur du mica-schiste ou du granite primitifs; mais dans une région où domine la grande formation de syénite

et de porphyre ces deux roches alternent constamment, et par conséquent, sont dépendantes l'une de l'aurre.

L'auteur appelle *développement intérieur* le résultat d'un changement très-gradué qui a eu lieu dans les proportions des élémens visibles de la masse d'une roche, à celle d'une roche voisine. « Les schistes de transition, dit-il, dont la structure paroît d'abord si différente de celle des porphyres ou des granites, offrent à l'observateur attentif des exemples frappans de passages insensibles à des roches grenues, porphyroïdes, ou granitoïdes. Ces schistes deviennent d'abord verdâtres, et plus durs; à mesure que la pâte amorphe a reçu de l'amphibole elle passe à ces amphibolites trappéennes que l'on confondoit jadis avec le basalte. Ailleurs, le mica, d'abord caché dans la pâte amorphe, se développe et se sépare en paillettes distinctes et actuellement cristallisées; en même temps, le feldspath et le quartz deviennent visibles, la masse paroît grenue, à grains très-allongés; c'est un vrai gneiss de transition; peu-à-peu les grains perdent leur direction commune, les cristaux se groupent autour de plusieurs centres; la roche devient un granite, ou une syénite de transition. Ailleurs, encore le quartz seul se développe, il augmente et s'arrondit en nœuds, et le schiste passe au grauwacke le mieux caractérisé. A ces signes certains les géognostes qui ont étudié long-temps la nature reconnoissent d'avance la proximité des roches grenues, granitoïdes, et arénacées. On observe dans la Suisse orientale, des passages analogues du mica-schiste primitif à une roche porphyroïde, et le retour de cette roche au gneiss. »

Rien de plus finement observé, et de plus nettement décrit que ces nuances délicates.

« Mais, (ajoute l'auteur) ces passages ne sont pas toujours insensibles et progressifs; souvent aussi les roches se succèdent brusquement et d'une manière bien tranchée, souvent (par

exemple au Mexique, entre Guanaxuato et Ovexeras), les limites entre les schistes, les porphyres, et les syénites sont aussi distinctes que les limites entre les porphyres et les calcaires : mais, dans ce cas même, des bancs hétérogènes intercalés indiquent des rapports géognostisques avec les roches superposées. »

Voilà la Suisse et le Mexique mis en comparaison ; et ces rapprochemens entre l'ancien monde et le nouveau se présentent très-fréquemment dans l'ouvrage. Aucun naturaliste n'a pu leur donner l'étendue et la précision qui distinguent ceux du célèbre voyageur.

Lorsque deux formations se succèdent immédiatement, il arrive que les couches de l'une commencent d'abord à alterner avec les couches de l'autre, jusqu'à ce que (après ces préludes d'un grand changement) la formation la plus neuve se montre sans aucun mélange de couches subordonnées. Ici, et très-fréquemment ailleurs, l'auteur cite son savant compatriote Mr. Léopold de Buch ; et en général il s'appuye constamment de citations empruntées aux observateurs les plus renommés par leur sagacité et leur exactitude, et il fait preuve de la plus vaste érudition en ce genre, comme de l'attention la plus loyale et la plus scrupuleuse, d'attribuer à chacun ce qui lui appartient.

« Les recherches de géognosie comparée (ajoute-t-il), occuperont encore long-temps la sagacité des observateurs ; et il n'est pas surprenant que ceux qui s'attendoient à retrouver chaque formation dans toute l'individualité de son gisement, de sa structure intérieure, et de ses couches subordonnées, finissent par nier toute analogie de superposition. J'ai eu l'avantage de visiter, avant mon voyage à l'Equateur, une grande partie de l'Allemagne, de la France, de la Suisse, de l'Angleterre, de l'Italie, de la Pologne, et de l'Espagne. Pendant ces courses, mon attention étoit particulièrement fixée sur le gisement des

formations, phénomène que je comptois discuter dans un ouvrage particulier. Arrivé dans l'Amérique du sud, et parcourant d'abord, en différentes directions, le vaste terrain qui se prolonge de la chaîne côtière de Vénézuela au bassin de l'Amazone, je fus singulièremant frappé de la conformité de superposition qu'offrent les deux Continens (1). Des observations postérieures qui embrassoient les Cordillères du Mexique, de la Nouvelle-Grenade, de Quito, et du Pérou, depuis le 21e degré de latitude boréale jusqu'au 12e de latitude australe, ont confirmé ces premiers aperçus: le type des formations s'est plutôt agrandi à mes yeux qu'il ne s'est altéré dans ses parties les plus essentielles. »

« Mais, en parlant des analogies que l'on observe dans le gisement des roches, et de l'uniformité de ces lois qui nous révèlent l'ordre de la nature, je puis citer un témoignage bien autrement imposant que le mien, celui du grand Géognoste, dont les travaux ont le plus avancé la connoissance de la structure du globe. Mr. Léopold de Buch a poussé ses recherches, de l'archipel des îles Canaries jusqu'au-delà du cercle polaire, au 71e degré de latitude. Il a découvert de nouvelles formations placées entre les formations anciennement connues; et dans les terrains primitifs, comme dans les terrains de transition, dans les secondaires, comme dans les volcaniques, il a été frappé des grands traits qui caractérisent le tableau des formations dans les régions les plus éloignées. »

Quant aux époques de ces formations, c'est un fait généralement reconnu que des formations de *composition analogue* se sont répétées dans des périodes très-distans les uns des autres; mais ces formations analogues ont-elles été *isochrones* ou non? c'est une question encore pendante. L'au-

(1) *Journ. de Physique.* T. 53, p. 50.

teur paroît pencher pour l'affirmative. « Depuis (dit-il) que par les travaux importans de MM. Cuvier et Brongniart l'examen approfondi des corps organisés fossiles a répandu comme une nouvelle lumière dans l'étude des terrains tertiaires, la découverte de fossiles identiques dans des couches analogues, de pays très-éloignés, a rendu encore plus probable l'isochronisme de formations très-éloignées. (1) »

» C'est cet isochronisme seul, ajoute-t-il, c'est cet ordre admirable de succession simultanée en divers lieux qu'il semble donné à l'homme de reconnoître avec quelque certitude. Quant aux époques de ces formations, les essais que des géologues ont faits pour les soumettre à des mesures absolues du temps, et pour lier la chronologie d'anciens mythes (fables) chronologiques aux observations qu'offre la nature n'ont pu être qu'infructueux. « On a voulu plus d'une fois (dit Mr. Ramond » dans un discours rempli de vues philosophiques) trouver » dans les monumens de la nature un supplément à nos » courtes annales. C'étoit pourtant assez des siècles histo- » riques pour nous apprendre que la succession des évé-

(1) Le vaste continent de l'Australasie va être exploré à son tour. Une société de naturalistes s'est formée en 1821 à Sydney, chef-lieu de la Nouvelle-Galles méridionale ; elle est présidée par le Major-général Sir Thomas Brisbane, savant, autant que bon officier, et homme d'état ; il appartient à plusieurs compagnies savantes et entr'autres, en qualité de Correspondant, à l'Institut de France. L'administration du Musée académique de Genève vient de recevoir, de la part de cette Société, dont elle se croyoit à peine connue, l'invitation (acceptée avec reconnoissance) d'établir, sur les simples bases de la réciprocité, un système d'échanges des productions naturelles des deux pays, avantageux, sans doute, aux collections dans chacun, mais plus particulièrement à celles d'Europe, dont les principales auront reçu sans doute la même invitation, et rivaliseront d'empressement à y répondre. (R)

» nemens physiques et moraux ne se règle point sur la » marche uniforme du temps, et ne sauroit par conséquent » en donner la mesure. Nous voyons derrière nous une suite » de créations et de destructions, par l'arrangement des cou- » ches dont la croûte de la terre est formée; elles font naître » l'idée d'autant d'époques distinctes; mais ces époques, si » fécondes en événemens, peuvent avoir été très-courtes, eu » égard au nombre et à l'importance des résultats. Entre les » créations, et les destructions, au contraire, nous ne voyons » rien, quelle que puisse être l'immensité des intervalles. Là où » tout se perd dans le vague d'une antiquité indéterminée » les degrés d'ancienneté n'ont plus de valeur appréciable, » parce que la succession des phénomènes n'a plus d'échelle » qui se rapporte à la division du temps (1). »

L'auteur a conservé dans le tableau des roches, les grandes divisions connues sous les noms de terrains *primitifs*, *intermédiaires*, *secondaires* et *tertiaires*, en considérant les trois derniers comme postérieurs à l'apparition de la vie organique sur le globe. Cette distribution lui paroît mériter d'être conservée, malgré le passage de quelques formations à des formations différentes, et malgré les doutes que plusieurs géognostes très-distingués ont fondés sur ces passages. La classification des terrains marque de grandes époques de la nature; par exemple, l'existence de quelques animaux pélagiques (zoophytes, mollusques, céphalopodes) et la destruction simultanée d'une énorme masse de plantes monocotylédones; elle offre comme des points de repos à l'esprit. « Je continue, dit l'auteur, en suivant MM. de Buch, Freiesleben, Brochant, Beudant, Buckland, Raumer, et d'autres géogostes célèbres, à grouper les formations indépendantes d'après les divisions en terrains primitifs, de transition, se-

(1) Mémoir. de l'Institut pour 1815, p. 47.

condaires, etc. sans m'appesantir (ajoute-t-il) sur l'impropriété de la plupart de ces dénominations.»

On termine ordinairement la série des terrains par les roches volcaniques. L'auteur réprouve cet ordre, et croit que le site principal des feux souterrains est dans les roches de transition, et même au-dessous de ces roches; et en conséquence, il lui paroît plus naturel de placer parallélement, et comme par bissection, les terrains secondaires et volcaniques, immédiatement après les terrains de transition. « J'emploie à regret, dit-il, le nom de *terrain volcanique*, non que je doute, comme ceux qui désignent les trachytes, les basaltes et les phonolites (*porphyr schiefer*) sous le nom de *terrain trappéen*, que tout ce que j'ai réuni dans le terrain volcanique ne soit produit, ou altéré par le feu; mais, parce que plusieurs roches intercalées entre les roches (primitives?) de transition, et secondaires, pouvoient bien aussi être volcaniques. J'aurois de plus voulu éviter toute idée (historique) de l'origine des choses, dans un tableau (statistique) de gisement, ou de superposition.»

On voit par cette déclaration formelle, que la géognosie est l'objet spécial de l'ouvrage, et que ce n'est que par accident, souvent inévitable, qu'il s'élève aux considérations géologiques.

En faisant l'énumération des roches, il leur a appliqué les noms le plus généralement employés par les minéralogistes français, allemands, anglais, et italiens. « J'aurois craint, dit-il, en essayant de perfectionner la nomenclature des formations, d'ajouter de nouvelles difficultés à celles que présente déjà la nomenclature des gisemens. « Il regarde les *dénominations géographiques* comme les meilleures, parce qu'elles font naître des idées de superposition très-précises. Par exemple, «lorsqu'on dit (ajoute-t-il), qu'une formation est identique avec le porphyre de Christiania, le lias de

Dorsetshire, le grès de Nebra (*bunter sandstein*), le calcaire grossier de Paris, etc. ces assertions ne laissent à un géognoste instruit aucun doute sur la position que l'on veut assigner à la formation que l'on décrit. ».... « Les seules difficultés que présentent la multiplicité de ces déterminations géographiques consistent dans le choix des noms, et dans le degré de certitude que l'on a acquis sur le gisement, ou l'âge relatif de la roche à laquelle on rapporte les autres. Les Anglais cherchent sur le continent leur *lias* et leur *red marl*; les Allemands, leur *bunte sandstein*, et leur *muschelkalk*; ces mots se trouvent associés, dans l'esprit des voyageurs, à des souvenirs de localités. Il ne s'agit, par consequent, pour faire naître des idées précises, que de choisir des localités assez généralement connues, et qui sont célèbres, soit par l'exploitation des mines, soit par des ouvrages descriptifs. » L'auteur se reproche à cette occasion, d'avoir jadis choisi ses noms géographiques dans des chaines entières, de nature variée dans leur intérieur, au lieu de les prendre parmi les noms de montagnes isolées, dont toute la masse visible n'appartient qu'à une seule formation.

Entre les signes d'identité des formations, dans les régions les plus éloignées du globe, il en existe un des plus frappans et des plus indubitables, qu'on doit aux secours de la zoologie; c'est la similitude parfaite des corps organisés enfouis dans des couches d'un gisement analogue. Ce signe, il est vrai, n'est applicable qu'aux formations postérieures à la création organique sur la terre; mais, depuis les travaux de MM. Lamarck et Defrance, sur les coquilles fossiles des environs de Paris, et depuis les mémorables travaux de MM. Cuvier et Brongniart sur les ossemens fossiles et les terrains tertiaires, cette branche des recherches géognostiques a acquis un haut degré d'intérêt, et elle a donné lieu à un nombre de questions de *zoologie géognostique*, que l'auteur

énonce, qu'il discute avec détail, et dont la solution a été tentée avec plus ou moins de succès.

« On peut, (dit l'auteur, à la suite de la discussion sur les formations qui appartiennent à l'époque organique), envisager la science géognostique des formations sous des points de vue très-distincts, selon qu'on porte son attention vers *l'ordre de superposition* des masses minérales, ou vers leur *composition*, c'est-à-dire, leur analyse mécanique et chimique ; ou enfin vers les *débris organiques* qu'elles renferment ; cependant la science géognostique est une ; cette unité et le vaste champ qu'elle embrasse, avoient été très-bien reconnus par Werner, le créateur de la Géognosie positive. »

(*La suite au prochain Cahier.*)

ARTS MÉCANIQUES.

Expériences sur la ténacité du fil de fer éprouvée dans des températures très-différentes. Extraites d'une note communiquée aux Rédacteurs par Mr. Dufour, Lieutenant-Colonel du Génie.

A la suite d'un mémoire étendu, et très-intéressant, de Mr. le Lieut. Col. Dufour, lû dans l'une des dernières séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, sur une série d'expériences préliminaires sur la tenacité du fil de fer destiné au pont suspendu qu'on prépare sur les fossés de l'enceinte de la ville, il fut interjeté que la température pourroît avoir une influence notable sur cette ténacité, d'après l'opinion assez généralement établie que les ressorts et les essieux des voitures sont plus sujets à se casser dans les grands froids que dans les températures plus ou moins élevées.

D'après ce doute, Mr. Dufour entreprit une suite d'expériences dont le but spécial étoit d'examiner l'influence présumée de la température sur la ténacité du fil de fer, en opérant dans les températures extrêmes, d'un froid artificiel de plusieurs degrés au-dessous de la glace fondante ; et dans un degré de chaleur voisin de l'eau bouillante.

On prit un fil de fer de 0,85 millim. de diamètre (n.° 4, du commerce) tiré de la fabrique de Laferrière. On s'assura par cinq expériences préalables que sa force absolue ne différoit pas sensiblement de celle qui résultoit des expériences antérieures, savoir de 46 à 48 kilogr., (en moyenne).

Ensuite, on fit passer le fil au travers d'un cylindre creux, ou manchon, disposé verticalement, et rempli d'un mélange frigorifique qui fit descendre la températaure à —22½ centrig. (1). Et dans trois expériences consécutives, le fil se rompit en dehors du manchon ; ce qui n'auroit pas eu lieu si le froid avoit eu l'influence supposée, car dans ce cas la rupture se seroit naturellement faite dans la portion du fil la plus refroidie, c'est-à-dire vers le milieu du manchon. Le poids sous lequel le fil se rompit fut, deux fois de 47 kilogr. ; et une fois, de 46.

Pour essayer l'autre extrême de température, on remplit le manchon d'eau bouillante ; ce qui produisit dans l'intérieur une température moyenne de 92½ degrés centig. On fit deux expériences ; dans la première, le fil chargé de 45½ kilogr. se rompit hors du manchon ; dans la seconde, il se rompit en dedans, portant 46½ kilog.

On put inférer assez légitimement de ces premiers essais, que, dans les limites de température dans lesquelles ils étoient faits, c'est-à-dire, dans une étendue de 115° centig., la tem-

(1) Cette disposition avoit été suggérée par Mr. Macaire, l'un des Membres de la Société.

pérature du fer n'avoit pas une influence sensible sur sa ténacité.

Pour troisième expérience on disposa le fil de manière qu'il traversoit, à-la-fois, deux manchons éloignés de 60 centim. l'un de l'autre; l'un contenoit le mélange frigorifique, l'autre l'eau chaude, à 92½ degrés. Le fil se rompit entre les deux manchons, sous le poids de 45½ kilog.

Cette expérience, tout-à-fait d'accord avec le résultat des deux précédentes, acheva de démontrer le peu d'influence de la température sur la ténacité *dans les limites indiquées*; car nous rappellerons ici un des résultats de la grande série d'essais faits antérieurement sur des fils de fer de divers diamètres, que, lorsque ce fil a été recuit, c'est-à-dire, simplement rougi au feu, il perd presque la moitié de sa ténacité.

Les légères différences qu'on a pu remarquer entre les charges sous lesquelles des fils de même fabrique et de même diamètre se sont rompus, doivent être attribuées aux inégalités inévitables dans le mode intérieur d'aggrégation des molécules du métal sous l'action du marteau qui a préparé celle de la filière, plutôt qu'à aucune influence de la température; ainsi, les personnes qui auroient pu craindre que les faisceaux suspenseurs du pont auquel on travaille actuellement ne perdissent de leur ténacité dans les basses températures de l'hiver peuvent être pleinement rassurées par les résultats des expériences qui précèdent.

MÉLANGES.

Notice sur un navire enfoncé par le choc d'une baleine près de la côte des Patagons (1).

Nous venons de recevoir des nouvelles du Nantucket, dans l'Amérique du nord, qui font mention du malheur arrivé le 19 novembre 1821 à *l'Esson*, bâtiment russe de 250 tonneaux. Ce bâtiment, employé à la pêche de la baleine, se trouvoit, ce jour-là, par le quarante-septième degré de latitude méridionale et le cent dix-huitième degré de longitude occidentale de Greenwich, et par conséquent à près de cinq cents milles géographiques à l'ouest de la côte des Patagons, lorsqu'il fut entouré de baleines, et que l'une d'elles, de la plus grande espèce, lui porta un coup de sa queue si violent, que la quille du bâtiment fut mise à nu en partie. Le monstre s'arrêta quelque temps auprès du navire, et fit des efforts pour le saisir avec sa queue : n'ayant pu en venir à bout, il se mit à nager en avant du vaisseau jusqu'à la distance d'environ une demi-werste, revint alors tout-à-coup et heurta la proue avec une telle force, que, malgré la vitesse de sa course à toutes voiles, le bâtiment recula, et que ce mouvement rétrograde fut presque aussi rapide que celui qui le portoit en avant. Les dommages qui résultèrent de ce choc gigantesque sont inexprimables. Les flots se précipitèrent dans l'intérieur du navire par la fenêtre de la cabine ; tous les individus qui se trouvoient sur le pont furent renversés ; le navire, rempli d'eau, fléchit,

(1) Moniteur 21 Mars.

se coucha sur le côté, et ne se releva qu'après que les mâts eurent été coupés.

Dès-lors, il fallut renoncer à le sauver. L'équipage, ne songeant plus qu'à sa propre conservation, se jeta dans les deux chaloupes où fut porté le peu de provisions qu'on étoit parvenu avec beaucoup de peine à retirer du bâtiment qui alloit être submergé. Un mois après, c'est-à-dire le 20 décembre, ces infortunés arrivèrent à l'île de Ducie, où ils restèrent pendant huit jours; mais n'y trouvant point de vivres, ils cherchèrent à gagner le continant de l'Amérique méridionale, laissant néanmoins dans l'île trois de leurs compagnons. Peu de temps après, les deux chaloupes furent séparées; l'une, montée de trois hommes seulement, rencontra, soixante jours après leur naufrage, un bâtiment américain qui les recueillit à son bord. Ce ne fut que quatre-vint-dix jours après avoir quitté l'île de Ducie que l'autre chaloupe eut le bonheur de rencontrer un vaisseau : mais elle ne portoit plus alors que deux personnes vivantes, le capitaine et un mousse. La famine les avoit réduits à l'horrible nécessité de se manger les uns les autres. Huit fois ils tirèrent au sort, et huit victimes furent immolées à la faim de leurs autres compagnons. Le sort avoit même désigné le mousse comme devant être tué et mangé, lorsque le capitaine et lui découvrirent le vaisseau qui les sauva. Un bâtiment anglais qui se rendoit au port Jackson, dans la Nouvelle-Hollande, visita en passant l'île de Ducie. Peu de temps après l'avoir salué d'un coup de canon, l'équipage vit sortir d'un bois les trois hommes qu'on y avoit abandonnés. Les chaloupes furent mises à la mer pour aller les prendre et les amener à bord du vaisseau.

NÉCROLOGIE.

Notice biographique sur Mr. Escher de la Linth (1).

Jean Conrad Escher naquit à Zurich, le 24 août 1767, d'une famille distinguée et ancienne. Son père, qui occupoit la place de Conseiller d'Etat, après lui avoir donné, dans sa patrie, le genre d'éducation alors en usage, et qui étoit principalement destiné à former des négocians et des magistrats, l'envoya à Genève, à l'âge de seize ans, pour apprendre la langue française et perfectionner son instruction. Ce qui distinguoit alors ce jeune homme, c'étoit une figure noble, une décence parfaite et un je ne sais quoi dans le maintien et dans l'expression, qui indiquoit déjà un être supérieur. Il tira un grand parti de son séjour à Genève; non-seulement il acquit l'usage facile de la langue qu'on y parle, mais il y fit quelques études secondaires de logique et de physique auxquelles il mettoit beaucoup d'intérêt: il s'attacha sur-tout à la lecture des ouvrages de De Saussure, et il visita avec un plaisir très-vif nos montagnes voisines et nos glaciers. Toutefois il se débattoit en lui-même contre l'instruction, et il prétendoit souvent qu'un bon artisan et un bon agriculteur étoient plus utiles au genre humain que les savans les plus distingués. Aussi, quand il fut de retour à Zurich, se consacra-t-il presque tout entier à ce qu'il appeloit la prospérité présente de son pays. Il tâchoit de perfectionner l'économie industrielle et rurale; il prenoit une part très-active aux exercices militaires; il étoit membre de la Société d'Olten, et de toutes les réunions patriotiques. En même temps, il étudioit

(1) Nous avons l'obligation de cette Notice à Mr. le Prof. Vaucher, ami de feu Mr. Escher, dont la perte est déplorée par la Suisse entière.

l'histoire de la Suisse, qu'il posséda depuis dans une rare perfection ; et il s'appliquoit à connoître les intérêts des Cantons entr'eux et avec les puissances étrangères. Enfin, l'on ne formoit aucun projet utile à la gloire et au bonheur de la Suisse, auquel il ne prît déjà une vive part, et qu'il ne tâchât de faire réussir selon ses moyens.

Telles étoient ses occupations, lorsqu'il arriva à l'époque où les jeunes gens des premières familles de Zurich avoient coutume de voyager : comme son goût pour l'instruction s'augmentoit pour ainsi dire à son insçu, et qu'il sentoit plus que personne tout ce qui lui manquoit et ce qu'il pouvoit encore acquérir ; il conjura son père de lui permettre de consacrer à l'Université de Gœttingen le temps qu'il lui accordoit pour se former aux usages du monde. Il séjourna près de deux ans à cette école célèbre, et il y suivit des Cours de différens genres. Mais il s'y adonna principalement à ce qu'il croyoit lui être plus immédiatement utile, c'est-à-dire, à la minéralogie et à la géologie comme ami passionné des montagnes ; à la statistique et à l'économie politique comme désirant par dessus tout être un jour utile à son pays. Avant de rentrer dans sa famille, il visita l'Angleterre dont il vouloit connoître les principales manufactures, et l'Italie qui l'intéressoit sous des rapports plus immédiats ; car les circonstances l'appeloient à entrer dans la maison de commerce et de fabrique qui appartenoit depuis long-temps à ses parens.

Ces voyages, qu'avoient précédé des études approfondies, contribuèrent beaucoup à son développement intellectuel et moral ; il y portoit une activité infatigable, et il donnoit son attention à une foule d'objets divers. Les langues, les arts, la politique, le commerce, l'histoire naturelle, la géologie, l'architecture, les beaux arts l'intéressoient tour-à-tour. Lorsqu'il rencontroit quelque procédé nouveau dans les métiers et les manufactures, il tâchoit de s'en faire une idée

nette, pour en tirer un jour parti. Lorsqu'il trouvoit une localité, ou sur-tout quelque beau site de montagne dont il vouloit conserver le souvenir, il s'arrêtoit pour en prendre un dessin qu'il perfectionnoit ensuite. Lorsque les lieux présentoient quelque objet de minéralogie ou d'histoire naturelle qui fût digne de son attention, il les visitoit avec un intérêt particulier. Je conserve encore précieusement des plantes qu'il avoit cueillies pour moi dans les Apennins, et une belle collection de laves, résultat de son ascension au Vésuve.

Il n'avoit guères que vingt-deux ans lorsqu'il unit son sort avec Mlle d'Orelli, femme aussi distinguée par ses vertus domestiques, que par sa douceur et l'amabilité de son caractère. De cette union, qui a fait constamment son bonheur, naquirent cinq filles, dont quatre sont mariées, et un fils, jeune encore, sa plus douce espérance, dont il se complaisoit pendant sa vie à former le cœur et l'esprit. Mais, quelque charme qu'il trouvât dans sa maison, il n'oublioit point ses autres devoirs: au contraire, il s'appliquoit avec ardeur à ses occupations scientifiques et sur-tout aux affaires publiques qui devenoient toujours de plus en plus graves pour la Suisse. La révolution faisoit alors des progrès immenses, et menaçoit de bouleverser de fond en comble l'heureuse Helvétie: les Français y envoyoient de nombreux émissaires, qui prêchoient sans relâche un nouvel ordre de choses; les Cantons aristocratiques étoient inquiétés à l'intérieur et au dehors; les pays sujets faisoient entendre de vives plaintes; les divisions se multiplioient, et il n'y avoit plus ni ordre ni ensemble dans cette Confédération divisée sur tant d'intérêts. Enfin, les Bernois succombèrent, et leur chûte entraîna le reste de la Suisse. Mr. Escher qui, depuis sa plus tendre jeunesse, gémissoit sur les abus de différens genres qui régnoient dans sa patrie, sur le sort malheureux des pays sujets, sur-tout de ceux qui étoient gouvernés par les petits Cantons, sur les privilèges si

multipliés et quelquefois si odieux qui entretenoient les jalousies et aliénoient les cœurs des gouvernés, se présenta alors dans la lice pour arrêter les maux affreux qu'il prévoyoit, et pour opérer le bien qui étoit encore possible. Quoiqu'appartenant à une famille privilégiée, il étoit déjà si connu par son noble caractère et ses principes patriotiques, qu'il fut nommé membre du Grand-Conseil helvétique, où il embrassa franchement le parti qui dominoit alors. Il parla fortement en faveur des nouveaux principes; mais cette voix qui ne se fit jamais entendre que pour exprimer des sentimens justes et généreux, ne mêla jamais d'aigreur et de personnalités à ses sages avis; au contraire, il fut toujours prêt à justifier l'ancien ordre de choses dans tout ce qu'il avoit de louable, à prendre courageusement le parti de l'innocence inculpée, ou à faire valoir les droits du malheur. Il arrêtoit la fougue de ces démocrates populaires qui faisoient alors tant de mal et, par ses explications franches, par ses réflexions pleines de sens, et par ce profond amour du bien qui étoit empreint dans ses discours, et je puis dire dans tout son être, il se gagnoit insensiblement les esprits, et ramenoit l'assemblée à des avis modérés. Nous, qui étions si affligés de ce bouleversement de la Suisse, et que la révolution avoit blessés dans nos intérêts les plus chers, nous ne pouvions nous empêcher de rendre justice à une conduite si franche et si désintéressée (1).

Les choses prirent insensiblement un nouveau cours. La République Helvétique fut dissoute, et les Cantons aristocratiques furent rendus à leur ancienne indépendance sous la condition qu'ils modifieroient leurs anciennes constitutions et que, comme le reste de la Suisse, ils admettroient parmi

---

(1) Voy. la Feuille du Républicain Suisse, ouvrage dont il a été un des principaux rédacteurs, et qui est le plus riche dépôt pour l'histoire de la Révolution suisse.

leurs concitoyens ceux qu'ils avoient autrefois appelés leurs sujets. Mr. Escher, qui dans toute cette lutte avoit été constamment occupé des affaires publiques et générales, rentra alors comme simple particulier dans sa ville natale, qui avoit perdu quelque chose de sa gloire, mais qui, en renonçant à ses privilèges, avoit assuré son repos et son bonheur. Quoiqu'il eût blessé par ses opinions et sa conduite le parti autrefois dominant à Zurich, et qu'il eût excité contre lui beaucoup de préventions, pour ne pas dire beaucoup de haines, cependant l'opinion qu'on avoit conçue de sa capacité et de la pureté de ses vues étoit telle, qu'on l'appela au bout de quelques années à la place éminente de Conseiller d'Etat. Dès qu'il en fut revêtu, son premier soin fut d'en remplir scrupuleusement tous les devoirs; car je ne me rappelle pas qu'il ait jamais accepté un emploi, une commission ou seulement une simple information dont il ne se soit acquitté avec tout le zèle dont il étoit capable. Afin de suffire à tout, il divisoit exactement sa journée que, dans son état de santé, il commençoit avant le jour. Les heures matinales étoient ordinairement consacrées à ses études chéries et à la rédaction de ses notes scientifiques; après s'être réuni à sa famille, il sortoit pour ses occupations publiques, qui duroient fort long-temps, ensuite il donnoit quelque temps aux affaires de commerce, dont son excellent frère avoit la bonté de le décharger beaucoup (1), et le reste de la journée étoit consacré à des Commissions ou à des sociétés dont le but étoit tout patriotique, et dont il étoit toujours l'ame, et souvent le président. Il rentroit ensuite dans sa maison, pour vaquer à ses divers travaux, car on ne connoît guères à Zurich, et il connoissoit encore moins que les autres, l'usage de passer, loin de sa famille, la fin de la journée.

---

(1) Il a eu le malheur de le perdre il y a peu d'années.

Son activité étoit telle qu'elle m'a toujours étonné ; dans les voyages pédestres que j'ai souvent faits en Suisse avec lui, il étoit toujours pourvu de son marteau de minéralogiste, et de son attirail de dessinateur. Il y joignoit de plus un baromètre pour mesurer les hauteurs, et un havre-sac pour loger les échantillons de roches qui l'intéressoient. Il portoit gaiement son fardeau, suivi d'un domestique de sa maison, dont il se plaisoit à alléger souvent la charge. Dès qu'il entroit dans quelque auberge, son premier soin étoit d'étiqueter ses pierres et de rédiger ses notes. Il écrivoit ensuite des lettres à sa famille et à ses nombreux amis, et il avoit l'admirable faculté de s'arrêter au moment même où il le vouloit, et de reprendre son travail au point où il l'avoit laissé, sans être obligé de relire, ou de faire le moindre effort pour retrouver le cours de ses idées. Et pourtant ces lettres qui, conçues de cette manière sembloient devoir être froides et languissantes, étoient pleines d'instruction, et de sentimens aussi nobles qu'heureusement exprimés. J'en ai reçu pendant quarante années, souvent tous les mois, et jamais je n'en ai lu aucune qui ne renfermât quelque vue grande et patriotique, et quelque encouragement à la pratique du bien. Il y régnoit un entraînement secret, une franchise helvétique, un certain ton héroïque et patriarchal, et sur-tout une effusion d'ame, et une tendresse d'amitié, qui ne manquoit jamais de m'émouvoir et de me disposer à devenir meilleur. Je les lisois à mes amis qui les écoutoient avec un recueillement religieux, et qui en éprouvoient les mêmes sentimens. C'est pourquoi je les conserve comme un dépôt précieux, et tant qu'elles seront auprès de moi et que je pourrai les relire, je n'aurai pas perdu entièrement mon ami.

Dans ces voyages, qui avoient pour moi tant de charmes, jamais je ne l'ai vu se blesser contre personne, s'impatien-

ter d'aucun contre-temps, et sortir de ce ton de gaîté et de contentement intérieur qui faisoient la base de son caractère. Il se couchoit après moi, et se levoit beaucoup plus tôt; et quand il avoit mis ordre à ses affaires, et qu'il ne pouvoit plus me laisser dormir, j'étois réveillé par ces mots si doux, « allons mon ami, » et je recommençois avec joie une journée qui me promettoit encore plus de jouissances que la veille, en effet sa conversation rouloit toujours sur des questions du plus grand intérêt: tantôt il m'exposoit ses idées sur quelque objet géologique, tantôt il me rendoit compte d'un Mémoire qu'il venoit de lire; tantôt il traitoit quelque matière religieuse, ou économique, et il finissoit presque toujours en se livrant à ses idées habituelles, la gloire et la prospérité de son pays. Car il aimoit sa patrie par dessus tout, il vivoit pour elle, il la plaçoit au premier rang dans toutes ses affections, et ce sentiment le dominoit à tel point, que je n'ai jamais rien vu qui en approchât, même dans les hommes les plus distingués de mon pays.

Malgré son dévouement continuel, il étoit inquiet de n'avoir pas assez fait pour le bien public, lorsqu'il se présenta une entreprise digne de l'entraîner en satisfaisant sa grande âme sous tous les rapports. On comprend déjà que je veux parler de la Linth. Cette rivière, qui descend des Alpes de Glaris, et qui dans son cours rapide entraine beaucoup de pierres et de limon, avoit, par la suite des temps, formé un vaste marais sur une surface de plusieurs lieues carrées, et multiplioit continuellement ses ravages. Les habitans de ces malheureuses contrées, perdoient tous les jours quelques-unes de leurs propriétés, et périssoient victimes de fièvres contagieuses. Ils étoient tous pâles et languissans, et jamais Mr. Escher ne les visitoit sans être attendri sur leur sort et sans désirer ardemment de l'améliorer. Enfin, le moment se présenta de réaliser un projet philantropique qui avoit été, pour

la première fois, mis en avant par Mr. Wagner, Bernois et ancien baillif à Sargans, et sur laquelle Mr. Rudolph Meyer d'Arau, avoit appelé en 1792 l'attention de la Société Helvétique dont il étoit président. Après un grand nombre de réclamations et de tentatives, que le malheur des temps fit ajourner, mon ami fut chargé en 1807 parla Diète de la Suisse de rédiger, conjointement avec le respectable Doyen Ith de Berne, un appel à la nation suisse sur les dépenses que cette grande entreprise devoit occasionner: la Suisse entière répondit à cet appel, et Mr. Escher fut nommé président de la commission chargée de l'exécution. Bientôt après, abandonné par les hommes de l'art qui l'avoient aidé à lever les plans et les devis, il demeura seul chargé de cette immense tâche. Alors, il forme le projet d'aller habiter les marais de la Linth et de se mettre lui-même à la tête des travailleurs; et depuis 1807 jusqu'en 1815, c'est-à-dire pendant l'intervalle de huit années, il n'a cessé de se consacrer de corps et d'ame à cet unique objet.

La Linth qui se perdoit naguères dans ces marais infects, où l'on pouvoit difficilement diriger quelques misérables barques, coule maintenant dans deux magnifiques canaux dont le premier encaissé, la conduit au lac de Wallenstadt ou de Wesen, et dont l'autre, plus large, navigable et pourvu d'un chemin de halage, la ramène de ce lac à celui de Zurich, qu'elle forme presque tout entière, et d'oû elle sort sous le nom de Limmat. J'avois visité ces marais autrefois avec mon ami, et j'avois été affligé comme lui, du hideux spectacle qu'ils offroient. Je les ai revus en 1819, avec quelques-uns de mes compatriotes conduits par Mr. Escher, et je ne crois pas que j'aie passé dans ma vie de journée plus heureuse. Nous remontames les marais à pied depuis Uznach jusqu'à Wesen, et depuis Wesen jusqu'à Miollis, par un des plus beaux jours: Tous ces lieux que j'avois vus inondés

et fangeux, commencoient à se charger de la plus riche végétation, ou étoient déjà couverts des plus beaux fourrages. Des canaux plus petits venoient se rendre dans le canal principal, et opéroient le dessèchement jusque dans les parties les plus lointaines et les plus abandonnées. Ici s'élevoient de petites fermes, là on voyoit des maisons déjà opulentes. Une école d'agriculture avoit été fondée d'après la méthode de Fellenberg. La ville de Wesen s'élevoit au-dessus du lac où elle avoit failli s'écrouler, les habitans montroient sur les murs de leurs maisons les traces des anciennes eaux, et comptoient le nombre de pieds qu'ils avoient déjà gagnés. On les voyoit bien portans et délivrés de leurs anciennes fièvres : tous ceux que l'on rencontroit sur le canal, sur-tout les ouvriers, saluoient avec allégresse notre respectable conducteur. Ils l'appeloient *Herr Président*, et dès qu'ils s'entretenoient avec lui la joie et le contentement brilloient dans leurs regards. Nous dinames à Miollis, où s'étoient rendus plusieurs personnes du voisinage, qui ambitionnoient le bonheur de rencontrer notre illustre guide. Bientôt nous trouvames un bateau élégant, qui avoit été préparé à notre insçu, et sur lequel nous redescendimes rapidement le canal que nous avions monté dans la matinée. Ce fut là que Mr. Escher daigna satisfaire aux nombreuses questions que chacun de nous lui adressoit à l'envi. Il nous raconta toutes les privations qu'il avoit été obligé de s'imposer, en vivant au milieu de ces marais, toutes les difficultés qu'il avoit rencontrées pour se procurer des bras, tous les obstacles qui s'étoient présentés, soit de la part des gouvernemens de St. Gall, de Glaris, de Schwitz, entre lesquels est partagé le cours de la Linth, soit sur-tout de la part des diverses communes qui avoient la possession partielle du sol, tous les embarras d'argent, toutes les intempéries, toutes les petites intrigues contre lesquels il avoit fallu lutter; mais

enfin ajoutoit-il, l'ouvrage est achevé et il n'exige plus que des perfectionnemens et une surveillance facile. J'ai été récompensé de toutes mes peines, le jour où le canal de navigation s'ouvrit, et où, à la vue d'une foule de spectateurs qui étoient accourus de tous les lieux voisins, je descendis le premier depuis Wesen jusqu'au lac de Zurich; dès lors j'ai été justifié; et il y a quelque temps qu'une commune voisine, pour me témoigner sa reconnoissance, a daigné m'accorder, à moi et à ma famille, les droits de sa bourgeoisie. C'est un honneur dont j'ai été vivement touché (1).

Dès que cet ouvrage fut achevé l'âme de mon ami fut en repos; il lui sembloit qu'il avoit rempli sa tâche, et qu'il laissoit à sa patrie un monument qui lui rappelleroit toujours son souvenir. Dès-lors il ne désira plus rien avec ardeur; et sans rien diminuer de son activité, il s'abandonna lui-même tout entier, avec ses projets, aux volontés de la Providence. Et en effet cet ouvrage avoit exigé de Mr. Escher le sacrifice des plus belles années de sa vie. Il avoit interrompu à cette occasion tous ses autres travaux et tous les soins que pouvoient exiger sa famille ou sa fortune. Il étoit le jour avec ses ouvriers, et la nuit dans la petite cabane qu'il s'étoit fait construire. Quelque fois il partoit le soir pour Zurich, et marchoit toute la nuit, en dormant de fatigue sur la route. Il revenoit le lendemain auprès de ses travailleurs, qu'il animoit d'un nouveau courage, et il passoit ainsi les mois et les années bravant les maladies et les fièvres qui infestoient tout le voisinage. Sans doute ce sont ces fatigues, au-dessus des forces humaines, et qui se prolongèrent si long-temps sans aucun relâche, qui

---

(1) Si l'on veut avoir des détails plus précis sur cette belle entreprise, sur les travaux qu'elle a exigés, et sur l'économie sévère qui a présidé à toutes les dépenses, on doit consulter la *Bibl. Univ.* année 1819, p. 272 et suivantes.

ont occasionné sa maladie, et qui nous l'ont enlevé avant le temps : il en convenoit lui-même et il n'en étoit pas malheureux. Rien au monde ne lui sembloit plus doux que d'avoir été utile à ses concitoyens jusqu'au sacrifice de sa vie, et d'avoir toujours agi avec une loyauté et un désintéressement helvétique. Jamais il n'auroit consenti à ce qu'on lui décernât, sous aucun titre, le moindre émolument ou la moindre récompense, au contraire, l'accomplissement de ce projet, dans lequel il mettoit sa véritable gloire, le faisoit renoncer sans peine à l'avancement de sa fortune, à ses occupations habituelles, à l'éducation de ses enfans, et à toutes ces affections domestiques qui lui étoient si douces ; y eut-il jamais un dévouement plus complet et plus généreux ? Ses compatriotes l'ont senti, et le seul prix qu'ils lui aient accordé, c'est celui qui étoit selon son cœur, ils l'ont appelé Escher de la Linth, dénomination sous laquelle il est connu dans toute la Suisse.

Ces succès firent un nouveau genre de réputation à Mr. Escher. De toutes parts on le consultoit pour dessécher des marais, ou rectifier des rivières. Il répondoit toujours avec bonté, donnoit modestement son avis et, quand il le pouvoit, il se transportoit sur les lieux : c'est dans ce but qu'il passa quelques jours dans la vallée de Moutiers-Travers, au Canton de Neuchatel ; qu'il examina les marais d'Anet et tant d'autres parties de la Suisse. La Diete le nomma aussi, avec MM. Charpentier, Trechsel et Venetz pour examiner le glacier du Gethroz ; et chercher les moyens de préserver à l'avenir la vallée de Bagnes de la calamité qui l'avoit désolée. Mais le principal objet qui l'occupoit dans ses derniers temps, étoit le moyen de prévenir une dévastation effroyable dont la Suisse semble menacée dans l'avenir, et qui auroit lieu, si le Rhin parvenoit à miner une colline peu élevée, qui dans le voisinage de Ragatz le sépare du bassin de la Lim-

mat. La destruction de cette barrière naturelle changeroit le cours d'un des plus grands fleuves de l'Europe, submergeroit une partie de l'Helvétie, et priveroit l'autre des eaux qui l'arrosent.

Débarrassé des travaux de la Linth, qui l'avoient si longtemps enchaîné, Mr. Escher se livra alors, autant que le permettoient ses devoirs publics et particuliers, aux diverses études de son choix, et particulièrement à la Géologie et à la structure de nos montagnes. Il les avoit parcourues dans tous les sens, à plusieurs reprises, et dans toutes les époques de sa vie. Il ne se passoit aucune année, si l'on en excepte l'époque dont nous venons de parler, où il ne fit des courses de plusieurs semaines dans ces montagnes que personne ne connoissoit mieux que lui; il en dessinoit les différens aspects et les nombreuses couches, et il en ramassoit les produits les plus remarquables; sa chambre est pleine de ces tableaux pittoresques et de ces ingénieux panoramas qu'il s'étoit plû à disposer sous différens points de vue, et la partie de son logement qu'il habitoit en particulier, pouvoit à peine contenir ses belles collections de pierres et de minéraux. Et qu'on ne s'imagine pas que ce fût là une de ces fantaisies qui sont assez communes de notre temps et qui n'ont ni but ni résultat. Tout ici étoit dirigé vers ces grandes questions de Géologie, dont s'occupent dans notre siècle les esprits les plus relevés, auprès desquels Mr. Escher tenoit un rang distingué. Il étoit connu de tous, et aimé d'un grand nombre; tels que les de Buch, les Charpentier, etc. Pour juger de la solidité de son jugement, et de l'étendue de son esprit dans ces matières, il suffit de lire les différens morceaux qu'il a fait insérer dans les journaux allemands, ou si l'on veut ceux qu'il a adressés à notre *Bibliothèque Universelle*, sur les formations du Jura, sur le glacier de Géthroz et la vallée de Bagnes, sur le

phénomène des pierres roulées, etc. Je l'avois exhorté il y a quelque temps à mettre en ordre ces nombreux matériaux, et à ne pas laisser perdre entièrement le fruit d'observations si longues et si precieuses. Il le desiroit et il me l'avoit promis si sa santé et ses occupations le lui permettoient : mais il n'a pas eu le temps de le faire, et je désire ardemment que ceux de ses compatriotes qui en ont le talent et les moyens, fassent bientôt jouir le public éclairé du résultat de ces travaux, qui ne seront jamais surpassés, au moins pour l'amour du vrai et la solidité du jugement (1).

Il se plaisoit à communiquer ses travaux à la Société Helvétique dont il étoit un des membres les plus assidus. Il voyoit dans cet établissement un point de réunion pour les hommes instruits des différentes parties de la Suisse, et un nouveau moyen de resserrer les nœuds toujours trop lâches qui unissent les citoyens des differens Cantons. Dès qu'il arrivoit, tous les regards se tournoient vers lui et tous les cœurs alloient à sa rencontre ; au contraire lorsqu'il manquoit, la réunion avoit perdu son plus bel ornement ; on s'informoit des raisons de son absence, et si sa santé en étoit la cause, comme cela eut lieu dernièrement à Berne, toute l'assemblée étoit dans la tristesse. Dans ces repas si fraternels, où les Suisses des cantons les plus éloignés viennent s'asseoir à la même table, après avoir tenu quelque temps sa place comme magistrat et comme naturaliste distingué, il s'approchoit de la jeunesse, et indiquoit l'hymne patriotique. Au même instant, vous entendiez partir de tous

(1) Mr. le Conseiller Usteri, l'un des hommes les plus éclairés et les plus universels de la Suisse, prépare une biographie détaillée de celui dont il fut l'admirateur et l'ami constant. La collection des Mémoires qu'a publiés Mr. Escher, ou qui sont encore inédits, fera la matière d'un volume.

côtés autour de lui et même de toutes les parties de la salle, ces chants sacrés qui élèvent les âmes, et qui distinguent particulièrement les Suisses des contrées orientales. Il mêloit aussi sa voix à celle de la jeunesse, et ces accens si nobles, si harmonieux et si touchans produisoient un effet magique, jetoient l'ame dans ces émotions qui naissent de tous les sentimens noble et principalement de l'amour de la patrie.

Voilà l'enthousiasme qu'excitoit la présence de Mr. Escher. Dans les derniers temps de sa vie il ne traversoit plus les campagnes de Zurich, et les cantons de Glaris et de St. Gall où il étoit si connu, sans que sa seule présence excitât des transports. On accouroit pour le voir passer, on se pressoit pour l'entendre ; partout il étoit connu et fêté, on se disputoit l'honneur de lui accorder l'hospitalité, et plus on l'avoit vu et entendu, plus encore on vouloit le voir et l'entendre. Il faut avouer aussi que sa figure et son maintien inspiroient le respect et l'amour. Il avoit dans le regard et dans tous les traits une noblesse et une décence qui indiquoient l'homme supérieur sous tous les rapports ; et en même temps son expression étoit celle d'une parfaite bonté, et d'une douceur inaltérable.

Aussi aucun homme n'a été plus aimé et n'a plus mérité de l'être. Je ne parle pas ici de sa nombreuse famille dont il étoit le véritable patriarche, et dont tous les individus sont plongés dans une douleur qui pourra bien s'affoiblir, mais qui ne cessera jamais entièrement : je parle ici de ses sœurs, de ses neveux, de ses parens éloignés et de ses nombreux amis. Quel homme témoigna jamais un intérêt plus vrai, donna des conseils plus sages, et consacra plus volontiers son temps à ceux auxquels il pouvoit être utile. Et il ne se contentoit pas de les entendre une fois, et de les diriger, il les suivoit, il s'intéressoit à eux, et ne les perdoit jamais de vue. C'étoit sur-tout à la jeunesse qu'il donnoit son attention. Il la considéroit comme l'espérance de la patrie, et

il vouloit qu'elle fût éclairée et vertueuse. Il suivoit les progrès d'un grand nombre de jeunes gens, qu'il encourageoit, dont il se plaisoit à s'entourer, et qu'il aimoit à instruire. Rien ne lui coûtoit quand il croyoit opérer quelque bien; j'ai vu des lettres adressées à quelques jeunes gens auxquels il s'étoit affectionné, et qui ne peuvent être lues sans attendrissement. Et un tel excès de bonté ne venoit pourtant pas de foiblesse d'esprit, ou de défaut de jugement, car il connoissoit les hommes, et les jugeoit très-bien. Il étoit touché de la droiture du cœur et de la pureté des intentions, mais il condamnoit sévèrement et du fond du cœur la vengeance, l'égoïsme, l'ambition, la vanité, l'amour-propre blessé; j'ai souvent recueilli ses jugemens qui m'ont beaucoup servi à me former une idée des hommes les plus éminens de la Suisse, et je déclare ici que plus j'ai vu par moi-même, et plus j'ai admiré la sagacité et la raison élevée de mon ami.

Ses opinions religieuses, car je dois tout dire ici, afin d'inspirer une entière confiance, ses opinions religieuses varièrent suivant l'âge. Il avoit été élevé dans un attachement aveugle à la religion de ses pères, mais quand il revint de ses voyages et sur-tout de Gœttingue, il voulut tout soumettre à l'examen. J'ai beaucoup discuté avec lui dans sa jeunesse les preuves fondamentales du Christianisme, et je n'espérois pas l'avoir entièrement persuadé; toutefois, à mesure qu'il avança dans la carrière du monde et des affaires, il devint un véritable chrétien. Il blâmoit seulement ces dogmes mystérieux que sa raison ne pouvoit comprendre, et qu'on enseignoit souvent dans les chaires; mais lorsque je lui eus fait comprendre qu'ils n'étoient pas dans l'Evangile, il fut évidemment soulagé. Il apprécioit vivement le bienfait de la Réformation, et il desira beaucoup que l'Eglise de Genève, envoyât à Zurich des représentans de son corps pour célébrer cette fête religieuse et patriotique. Enfin, l'année dernière, dans ces entretiens

si doux et si déchirans, que j'eus à Louèche, avec lui, je vis combien son ame étoit devenue profondément religieuse, je lui causai une vive satisfaction en lui donnant l'opinion des hommes sages de mon pays sur les questions que les méthodistes y sont venus agiter.

Tel se montra constamment Mr Escher dans les relations étroites et intimes que j'ai eu le bonheur de soutenir si longtemps avec lui, ensorte que je n'ai jamais connu d'homme qui approchât d'avantage de ce type de perfection que nous nous plaisons quelquefois à imaginer. Ses concitoyens le présenteront sûrement sous d'autres rapports. Ils peindront en lui le grand magistrat, l'homme éminemment intègre, degagé de tout préjugé d'habitude et de naissance, et marchant toujours au bien, en ménageant avec délicatesse les opinions et les préventions des autres. Ils le donneront comme un modèle d'activité ou de persévérance dans les affaires, comme un homme qui, dégagé de tout intérêt personnel et de tout amour-propre. s'élevoit sans cesse à des vues supérieures, et dominoit dans les Conseils par cet ascendant que donnent toujours une ame forte et une vertu sans tache. Pour moi, je me contente d'exprimer ce que j'ai vu, ce que j'ai senti. J'ai desiré pour ma propre satisfaction de le connoître dans l'intérieur de sa vie et dans ses rélations domestiques; et plus je l'ai vu, plus il m'a étonné.

Je demande ici à tous ceux qui ont eu le bonheur de soutenir des relations avec lui, s'ils ne l'ont pas toujours plus aimé à mesure qu'ils l'ont mieux connu. S'oubliant sans cesse lui-même, il s'informoit toujours des autres, jamais par une vaine curiosité, mais toujours par un intérêt vrai et profondément senti; et quand vous lui aviez une fois communiqué vos peines et vos projets, il les confioit à son cœur qui en gardoit un profond souvenir. Tous les propos impies ou licencieux blessoient la pureté de son ame, et quoiqu'il n'en témoignât pas toujours son déplaisir, il portoit intérieurement

un jugement sévère contre ceux qui se les permettoient; à plus forte raison blâmoit-il les mauvaises mœurs, et éloignoit-il de son amitié, les personnes chez lesquelles il les soupçonnoit. Sa maison respiroit cette simplicité antique qui s'allie si bien avec tous les sentimens honnêtes, et sa fortune, qui étoit suffisante pour lui, et qu'il s'est contenté de conserver, étoit de toutes les affaires celle dont il s'occupoit le moins. Il étoit littéralement placé au-dessus d'intérêts de ce genre, et cependant ses concitoyens ont brigué l'honneur d'entrer dans sa famille, et ses filles se sont toutes placées comme il le désiroit lui-même.

Sa santé, qui lui permettoit tant de travaux variés, et qui avoit paru résister à toutes les fatigues de la Linth s'altéroit intérieurement, et il me parloit quelquefois dans ses lettres du terme rapproché de sa vie. On apercevoit même, en examinant avec attention ses traits et son maintien, quelques signes d'affoiblissement prématuré. Mais il étoit encore si jeune, et je l'avois toujours vu si fort et si actif que je n'en concevois aucune alarme. Cependant, au printemps de l'année dernière, il m'écrivit qu'il n'iroit point à la Société Helvétique, mais qu'il se rendroit à la même époque aux bains de Loueche. Cette nouvelle fut pour moi un coup de foudre, et ce que j'appris ensuite à Berne, de la bouche de ses compatriotes, me remplit de noirs pressentimens. Je le vis à Loueche, où je passai deux jours avec lui, dans des entretiens pleins de tristesse et de charmes. Il prevoyoit déjà sa fin, mais il l'envisageoit sans peine, comme un port à de longs travaux qui lui coûtoient tous les jours plus; et je ne pus l'engager ni à me suivre à Genève pour consulter nos médecins, ni à changer quelque chose au plan de vie qu'il suivoit, et qu'il appeloit son devoir. Il retourna à Zurich, par Milan, sans avoir obtenu aucune amélioration sensible dans l'état de sa santé, et il reprit sans hésiter toutes ses occupations. Plus assidu que jamais à ses fonctions de magistrat, et plus zélé peut-être pour

le bien qu'il ne le fut dans aucun temps de sa vie, il passoit la nuit à souffrir, et il se distrayoit de ses douleurs par ses travaux. Mais sa grande ame triomphoit de toutes ces épreuves, et sans se permettre aucune plainte, sans perdre même un instant cette sérénité qui avoit fait son caractère habituel, il persévéroit dans son plan de vie, et trompoit ainsi ses amis et sa famille sur la gravité de sa maladie. Quand il ne put plus aller au Conseil, il s'y fit porter en litière, et huit jours avant sa mort (qui eût lieu le 9 mars), il y parla avec une force et une clarté d'esprit qui frappèrent tout le monde. Le jour qui la précéda fut employé à rédiger les instructions nombreuses qu'il croyoit nécessaires à sa famille et à ses amis. Quand elles furent achevées, il passa une paisible nuit, et après s'être réveillé le matin, il se rendormit en bénissant sa famille qui, assemblée auprès de son lit, étoit livrée à la douleur la plus profonde. Les détails de ses derniers momens ont été religieusement recueillis, et il est impossible de les lire, sans la plus vive émotion. Ainsi se termina la carrière de ce grand citoyen, et s'il existe sur la terre une ame qui puisse nous donner une idée de la pureté céleste, cette ame, c'est la sienne !

Je termine cette notice en faisant des excuses pour les détails dans lesquels je suis entré. Ils m'ont beaucoup coûté, parce qu'il me sembloit qu'en les donnant, je trahissois la confiance que ce digne ami m'avoit accordée. Mais j'ai réfléchi qu'en m'exprimant avec un entier abandon et une scrupuleuse vérité, j'inspirerois peut-être le désir d'imiter un si beau modèle, et que j'entrerois ainsi dans les vues de celui que je ne cesserai de regretter. Il m'approuvera, s'il lit encore dans mon cœur, car il n'oubliera jamais dans le séjour céleste une patrie qu'il a tant aimée pendant sa vie mortelle. O si l'Helvétie pouvoit souvent donner naissance à des hommes semblables !

Heu pietas ! Heu prisca fides !

Voici la traduction d'une ode allemande composée à Zurich, en l'honneur de ce Grand Citoyen

« Tu nous as donc quittés, la triste nouvelle nous en est parvenue, et un cri de douleur, d'une juste douleur retentit au loin dans la patrie. Les vieillards et les enfans pleurent, dans nos vallées, la paix que leur assuroient pour toujours et tes travaux et ton génie. »

»Ah notre sauveur n'est plus ! Telles sont les plaintes que répètent ces campagnes dans lesquelles la Linth jadis si redoutable, suit aujourd'hui le cours que tu lui as tracé, et cette salubrité que nous admirons dans ces contrées, c'est ta bénédiction, noble cœur, c'est elle qui s'y repose avec amour.»

»Ah notre père n'est plus ! tels sont les tristes accens que répètent les belles rives de nos lacs, les sommités des Alpes et les vallées. Vous pleurez votre père, nobles enfans de Zurich : Il étoit la lumière de la sagesse, le doux rayon de la bonté. »

»Il n'est plus ce Suisse loyal, plein de droiture et de fidélité ! et ce qu'a perdu sa famille, comment pourrions-nous l'exprimer ? Nous portons sur son tombeau le tribut de nos larmes reconnaissantes ; mais, ô ame généreuse, tu vivras toujours dans nos cœurs. »

»De quelle félicité tu jouis ! ton esprit maintenant dans l'étendue des cieux, sonde les secrets de la structure du monde et la sagesse toute puissante du Créateur. Les astres font briller à tes yeux cet ordre et cette bonté suprêmes que tu pressentois déjà dans la nuit profonde qui nous entoure ici-bas. »

»Les nobles semences que tu répandis pendant ta vie se développent pleines de beauté. Qui combattoit comme toi pour la vérité, la justice et la lumière ? Tu t'es dévoué au bien des hommes, et tu en reçois à present la récompense dans le sein de ton Dieu. »

Jean Hanhart.

ERRATA du volume précédent, sur *l'histoire naturelle des blocs de roches*, etc. Par Mr. Escher de la Linth.

Page 259	ligne 9	*au lieu de*	ou l'Italie, *lisez* en Italié.
260	20		hors de la vallée alpine, *lisez* hors des vallées alpines.
261	22		ces circonstances, *lisez* les circonstances.
265	2		celle-ci, *lisez* celles-ci.
267	2		entassé, *lisez* attaqué.
267	21	*supprimez*	si.
268	23	*au lieu de*	ces atétrissemens, *lisez* les attérissemens.
270	7		continent, *lisez* continu.
273	5		le bloc, *lisez* les blocs.
274	20		seroient d'environ, *lisez* seroient chacun d'environ.
275	5		542, *lisez* 543.
275	8		quarante mille, *lisez* quatre cents mille.
276	12		une, *lisez* unes.
276	33		à creuser, *lisez* à le creuser.
279	5		devoit, *lisez* devoient.
279	19		soixante mille, *lisez* six cent mille.
280	7		transportées, *lisez* transportés.

PHYSIQUE GÉNÉRALE.

FRAGMENS DE LETTRES DE DIVERS SAVANS CONTEMPORAINS DE NEWTON, précédés d'une remarque sur quelques hypothèses de NEWTON lui-même.

LE 21.e volume de la *Bibl. Univ.* contient des lettres ou mémoires de NEWTON, dans lesquels il tente d'expliquer les phénomènes de la lumière par des *éthers*. Il y fait aussi mention de la pesanteur, et applique à ce grand phénomène des explications analogues. J'ai cru devoir puiser, dans le dépôt des manuscrits de G. L. LE SAGE, quelques détails sur ce dernier point. Je ne toucherai pas à la théorie de la lumière; c'est à la pesanteur que je me borne exclusivement.

* * *

NEWTON a publié successivement trois hypothèses sur la cause de la pesanteur; la 1.e en 1675, à l'âge de 33 ans; la 2.e en 1678; la 3.e en 1717, dans sa vieillesse.

I. En 1675, le 7 décembre, il attribue la pesanteur à la *descente* d'un esprit éthéré, qui est absorbé sans cesse par la terre, et qui est ainsi forcé à descendre rapidement vers le vide intérieur du globe. Cet esprit, ressortant lentement, redevient éther.

A cette époque, on seroit porté à croire que Newton n'avoit pas étendu l'idée de la pesanteur jusqu'à celle d'attraction universelle, d'une maniere propre à le satisfaire

pleinement et à le diriger dans ce genre de recherche. Cela semble résulter des considérations suivantes. 1.° Dans l'exposé de son hypothèse sur la pesanteur, il mêle l'idée de *tourbillon*. C'est à propos d'une sorte d'insociabilité qu'il suppose entre ses différens éthers. « Une telle insociabilité, dit-il, » peut exister entre les tourbillons du soleil et des planètes. » Et comme il envoya à OLDENBURG diverses corrections à cette lettre de 1675, sous la date du 25 janvier 1676, sans toucher à cette phrase ; on en peut conclure que le mot *tourbillon* ne lui étoit pas involontairement échappé, et qu'à cette époque postérieure, il persistoit dans sa confiance au système qu'il combattit ensuite avec tant de succès. 2.° Cela est bien d'accord avec ce que rapporte WHISTON du soupçon de NEWTON sur la cause qui retient la lune dans son orbite. Ce soupçon, conçu à la vérité neuf ans plus tôt, naquit du défaut d'accord entre l'application de la loi du carré des distances et le résultat d'observations, qu'il avoit conclu d'une fausse mesure du degré du méridien. En 1694 NEWTON dit à WHISTON, qu'à l'époque antérieure dont il s'agit, en voyant le défaut de coïncidence des résultats de la théorie et de l'expérience, il avoit été conduit à soupçonner l'action d'une cause additionnelle ; savoir, celle d'un *tourbillon cartésien* (1). 3.° Dans une lettre à OLDENBURG, écrite de Cambridge (2), à propos des théorêmes de HUYGENS (3) sur la force centrifuge, publiés à la fin de son

---

(1) WHISTON, *Mémoires sur lui-même*, pag. 33 de la 2.de édition de 1752.

(2) Tom. IV des Ouvrages de NEWTON, publiés en 1782, pag. 342. — Cette lettre est de 1673.

(3) On verra ci-dessous que la signature de cet homme célèbre étoit HUGENS. J'ai suivi l'orthographe adoptée par l'auteur de l'article HUYGENS dans la *Biographie universelle*.

Horologium oscillatorium, il s'exprime ainsi : « J'ai reçu votre » lettre, avec le don obligeant de Mr. *Huygens*, qui m'a » fait grand plaisir. J'y ai trouvé une abondance d'utiles et » subtiles spéculations, fort dignes de son auteur. Je me ré- » jouis de l'espérance qu'il nous donne d'une suite de son » travail sur la force centrifuge. Cette spéculation peut de- » venir fort utile en physique et en astronomie, aussi bien » qu'en mécanique. Ainsi, par exemple, si la raison pour » laquelle la lune tourne toujours vers la terre le même » hémisphère est la supériorité d'effort de l'autre pour s'en » éloigner; on en pourra conclure (dans la supposition du » mouvement de la terre autour du soleil), que la plus grande » distance du soleil est à la plus grande distance de la lune » à la terre, dans un rapport qui ne peut surpasser celui » de 10000 à 56; et par conséquent, la parallaxe du soleil » ne sera pas moindre que les $\frac{56}{10000}$ de celle de la lune. » Car, si la parallaxe du soleil étoit à celle de la lune » dans un moindre rapport, celle-ci feroit un plus grand » effort pour s'éloigner du soleil que pour s'éloigner de la » terre. J'ai aussi pensé pendant quelque temps, que la » libration de la lune pourroit dépendre de son effort pour » s'éloigner du soleil et de son effort pour s'éloigner de la » terre, combinés; mais j'ai conçu ensuite une cause préfé- » rable à celle-là. » Rien sans doute n'appeloit ici NEWTON à sortir de la loi générale des forces centrifuges. Circonscrit dans l'exemple dont il s'occupe, il n'a dû s'appuyer que du 4.e théorème de HUYGENS, sans faire mention de la loi de l'attraction relative aux distances. Il semble cependant que l'application du théorème à la loi de Keppler, fondée sur celle de l'attraction, auroit fourni un exemple d'un tout autre intérêt que celui auquel Newton s'attache ; et qu'en supposant que cette belle découverte eût été présente à son esprit, il auroit dû la citer de préférence à une explication, tout aussi

bonne dans le système des tourbillons que dans celui de la nature.

D'après ces considérations, ne seroit-on pas disposé à croire que le génie de NEWTON, bien que dans toute sa force, n'étoit pas encore muni de tous les moyens de succès dans la recherche de la cause d'un phénomène, qu'il faut considérer dans toute son étendue et dans toute sa rigueur, pour pouvoir se flatter d'en donner une explication satisfaisante?

II. La 2.e explication neutonienne de la pesanteur se trouve à la fin de la lettre à BOYLE du 28 février 1678 (1); elle est énoncée comme une conjecture qui lui est venue à la pensée en écrivant cette lettre. Elle consiste à admettre dans les parties de son éther une subtilité graduelle.

C'est en 1679, que NEWTON, à l'occasion d'une lettre et de quelques écrits de HOOK, reprit la pensée qui l'avoit occupé 13 ans plus tôt, sur l'effet de la pesanteur pour retenir la lune dans son orbite. On peut remarquer toutefois que, dans toute la lettre à BOYLE, il n'y a absolument rien, qui indique, qu'à cette époque, NEWTON étendît la pesanteur à d'autres corps qu'à la terre. Tout cela paroît d'accord avec les faits consignés dans l'excellente *Notice* publiée par Mr. BIOT (2).

Du reste, une conjecture rapide, venue à l'esprit d'une manière soudaine, à propos d'une recherche toute différente, puis abandonnée ou tout au moins reproduite sous une forme nouvelle, n'a pas le même poids qu'une opinion plus réfléchie.

---

(1) Cette lettre se trouve en tête des Œuvres de BOYLE et ailleurs. Elle a été donnée en traduction dans la *Bibliothèque raisonnée*, *Tom.* 35, *Juillet* 1745, et dans la *Bibliothèque universelle*, *Décembre* 1822, *Tom.* 21.

(2) *Biographie universelle*, Tom. 31, pag. 134 et 149.

III. La 3.e hypothèse, énoncée dans la 21.e question de la 2.e édition de l'*Optique*, en 1717, établit un éther, graduellement plus dense (et plus élastique en proportion) loin des corps centraux que près de ces corps.

Nul doute, à cette époque, sur la pleine connoissance qu'avoit NEWTON des lois qu'il avoit lui-même démontrées plus de 30 ans auparavant. Et toutefois il ne tente pas d'expliquer, par son hypothèse, la loi relative aux distances.

Tel est l'état où nous a laissés NEWTON dans les publications qu'il a faites de ses hypothèses sur la cause de la pesanteur. Quelques fragmens d'une correspondance, publiée après sa mort, jettent sur ce sujet plus de lumière.

En annonçant à NEWTON l'accueil fait à son ouvrage des *Principes* par la Société royale, HALLEY terminoit ainsi sa lettre en date du 22 mai 1686 (1).

« Il y a de plus une chose dont je dois vous informer;
» c'est que Mr. HOOKE a quelques prétentions à l'invention de
» la règle de décroissement de la pesanteur, réciproquement
» proportionnelle au carré de la distance au centre. Il dit que
» c'est par lui que vous en avez eu connoissance, quoiqu'il
» convienne que la démonstration des courbes qui en résul-
» tent vous appartienne entièrement. Vous savez mieux que
» personne ce qui en est, et ce que vous avez à faire là
» dessus. Seulement Mr. HOOKE semble s'attendre à quel-
» que mention de lui dans la préface que vous pourrez
» être appelé à mettre en tête de votre ouvrage. J'ai des
» excuses à vous faire de cette désagréable information,
» mais j'ai cru de mon devoir de vous la donner, afin que
» vous pussiez agir en conséquence; étant d'ailleurs pleine-
» ment convaincu, qu'on ne peut attendre que la plus par-
» faite candeur d'un homme qui, de tous, est celui sans

(1) Publiée par BIRCH, dans son *Hist. de la Société Royale*.

» doute qui a le moins besoin d'une réputation d'emprunt.»

La réponse de NEWTON, en date du 27 juin 1686 (1), commence par transcrire le fragment que nous avons cité ci-dessus de sa lettre à OLDEMBURG écrite treize ans plus tôt, dans laquelle à propos des théorèmes de HUYGENS (2) il s'occupe des forces centrifuges de la lune. Il rappelle que cette lettre a été imprimée dans les *Trans. Phil.* pour 1673; et suivant son sujet, il emploie ce fragment de lettre pour établir son droit à l'invention qu'on lui conteste.

» Maintenant, dit-il, il résulte évidemment de ces ex-
» pressions, que j'étois, à cette époque, versé dans la
» théorie de la force produite par le mouvement circulaire,
» et que j'avois en vue les forces des planètes, sachant dès
» lors les comparer par les rapports de leurs révolutions
» périodiques et de leurs distances au centre autour duquel
» elles se meuvent. Vous en avez un exemple dans la com-
» paraison des forces de la lune provenant de son mouve-
» ment mensuaire autour de la terre et annuel autour du
» soleil. Ainsi dans cette théorie, j'ai évidemment dévancé
» Mr. HOOK. Car, environ un an après, dans ses *Tenta-*
» *tives pour prouver le mouvement de la terre* (3), il décla-
» roit expressément qu'il n'avoit pu encore vérifier expéri-
» mentalement par quels degrés successifs décroît la gravité;
» c'est-à-dire, qu'il ne savoit pas déduire cela des phéno-
» mènes, et en conséquence il recommandoit à d'autres cet
» objet de recherche.

» Maintenant, bien que, dans cette lettre, je ne trouve
» pas exprimé le rapport doublé (comme j'espérois l'y trou-
» ver); si toutefois vous comparez les passages que j'en viens
» d'extraire avec mon hypothèse enregistrée par Mr. OLDEM-

(1) *Biographia britannica*, note sur l'art. HOOK.

(2) Mis à la fin de son *Horol. oscill.*

(3) *Attempt to prove the motion of the Earth*, publié en 1674.

» BURG dans votre livre (1), vous verrez qu'alors je con-
» noissois ce rapport. Car j'y suppose que l'esprit descen-
» dant agit sur les corps placés à la surface de la terre
» avec une force proportionnelle aux surfaces de leur parties;
» ce qui ne peut avoir lieu qu'en admettant que la dimi-
» nution de vitesse, produite dans cet esprit par son action
» sur les premières parties du corps qu'il rencontre, est
» compensée par l'accroissement de sa densité, qui est l'effet
» de ce ralentissement. Il importe peu que cela soit vrai,
» il suffit que telle fût l'hypothèse. Maintenant, si cet es-
» prit descend d'en haut avec une vitesse uniforme, sa den-
» sité, et par conséquent sa force, sera réciproquement
» proportionnelle au carré de sa distance au centre. Mais
» s'il descend avec une vitesse accélérée, sa densité dimi-
» nuera partout comme sa vitesse augmente; et par consé-
» quent sa force (d'après l'hypothèse) sera comme ci-devant
» le carré, c'est-à-dire, toujours réciproquement comme
» les carrés de sa distance au centre.

» En un mot, comme on voit (en comparant tous ces
» faits entr'eux) que j'ai précédé Mr. HOOK dans ce en quoi
» il prétend avoir été mon maître, je n'ai rien appris par
» ses lettres, si ce n'est que les corps tombent non-seule-
» ment à l'est, mais aussi au sud dans nos latitudes. Pour
» tout le reste, je n'ai eu qu'à me plaindre de ses correc-
» tions et de ses instructions. »....

Cette lettre de NEWTON à HALLEY avoit été précédée d'une autre plus longue et plus vive, en date de Cambridge le vingt juin 1686 (2). Il y accuse HOOK de plagiat et rappelle l'erreur de ce physicien relativement à la loi de la pesanteur dans l'intérieur de la terre. Il cite un passage de la fin de sa lettre à OLDENBURG du 7 décembre 1673 (qu'il

---

(1) Dans le registre du secrétaire.

(2) Note Q de l'article HOOKE de la *Biographia Britannica*.

dit y avoir ajoutée en interligne d'une manière rapide), où il applique son hypothèse au soleil (1), en ces termes : « Le soleil peut-être absorbe abondamment cet esprit, pour » conserver son éclat et empêcher les planètes de s'éloigner » de lui davantage. » Il déclare que son premier but étoit d'expliquer seulement la pesanteur telle que nous l'observons dans le voisinage de la terre, et par conséquent sans égard aux différences de distance au centre. Il dit (sans toutefois donner l'explication contenue dans sa lettre postérieure du 27 juin 1686), que la nature de l'hypothèse fait voir, qu'en s'élevant au-dessus de la surface de la planète, la pesanteur décroît, et doit être réciproquement comme le carré de la distance au centre ; tandis qu'au-dessous de la surface et dans l'intérieur de la planète, la même loi ne peut pas subsister. Il termine par ces mots bien dignes de son génie : « Ce n'étoit là qu'une hypothèse, et l'on ne » doit l'envisager que comme telle, et comme une conjec- » ture à laquelle je ne donnois pas confiance. » Tout cela explique, ainsi qu'il le fait remarquer lui-même, pourquoi il n'a pas parlé de la loi des distances ; puisque songeant uniquement à la pesanteur tout près de la terre, il n'en pouvoit être question ; et puisque l'extension qu'il y donna après coup ne fut qu'une addition interlinéaire et rapide à l'exposé plus étendu qu'il envoyoit à OLDENBURG.

La manière dont la loi des distances s'explique dans cette hypothèse consiste, comme on vient de voir, à compenser la vîtesse par la densité d'une manière rigoureuse, tellement que tout rayon éthéré se dirige vers le centre et jouisse partout de la même force impulsive. Jusqu'à quel point peut-

---

(1) Ce passage se lit à la pag. 90 du 21.e vol. de la *Bibl. Univ.* avec l'addition d'une phrase explicative qui ne se trouve pas dans l'original.

on admettre cette exacte compensation, et jusqu'à quel point l'hypothèse est-elle d'ailleurs admissible ?

La discussion de ces questions seroit peut-être ici déplacée; et d'ailleurs dans l'état présent de la science, je suis porté à croire qu'il vaut mieux édifier que détruire (1).

Il sera donc probablement plus agréable au lecteur de trouver, à la suite de ces observations sur les hypothèses de NEWTON, des extraits de la correspondance de quelques savans contemporains, dont LE SAGE nous a transmis le dépôt.

NICOLAS FATIO eut avec NEWTON des liaisons suivies; il étoit en commerce de lettres avec HUYGENS, JAQ. BERNOULLI, et d'autres hommes célèbres. Bien qu'occupé de divers objets, il ne perdoit jamais de vue son explication de la pesanteur. Cette explication différoit de celle de LE SAGE par deux déterminations, dont l'une au moins a beaucoup d'importance. A cette exception près, ces deux explications étoient en parfait accord, et LE SAGE n'a pas manqué l'occasion de le faire remarquer. Je n'en rappelle moi-même le souvenir, que pour jeter du jour et de l'intérêt sur les fragmens de lettres inédites, que je crois devoir insérer ici :

P. P. *p.*

Extraits de la Correspondance de NICOLAS FATIO, *d'après les lettres originales trouvées dans les papiers de* G. L. LE SAGE.

I. Entre NIC. FATIO et HUYGENS.

II. Entre NIC. FATIO et JAQ. BERNOULLI.

III. Entre NIC. FATIO et d'autres correspondans.

---

(1) C'est par cette raison que j'ai soumis à plusieurs reprises, au jugement des physiciens philosophes, l'opinion la plus satisfaisante sur la cause de la pesanteur. Voy. *Notice de la vie et des écrits de G. L. LE SAGE*. Genève, 1805. Deux *Traités de physique mécanique*, Genève et Paris, 1818.

De Huygens a Nic. Fatio. (*sans date et sans adresse.*)

Mr. Je viens de recevoir avec joie celle que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire après votre arrivée à Londres, étant bien aise de vous voir passer la mer sans mauvaise rencontre. J'ai été il y a 15 jours vous chercher à la Haie, pour vous rendre le papier où sont les errata du livre de Mr. Newton....... J'attends réponse de Mr. Leibnitz à ma dernière lettre, dans laquelle je l'ai pressé d'accomplir le marché (1) que vous savez. S'il tarde davantage, je commencerai à soupçonner qu'il n'a pas envie de le tenir. Je vous ferai part de ce que j'apprendrai ou de ce que je recevrai de sa part, et me dirai en finissant avec toute l'affection possible, etc.

Hugens de Zulichem.

Du même au même.

A la Haie, ce 21 *mars* 1790.

Mr. Je suis bien aise que vous soyez encore en Angleterre; car je m'étois fait de grands reproches de ma négligence, lorsque mon frère me manda que vous l'aviez quittée. Dans cette croyance, il n'aura pas manqué de donner l'exemplaire de mon livre, qui vous étoit destiné, au Dr. Stanley, que j'avois substitué pour la distribution de ceux que j'envoyois, en cas que vous ne fussiez plus à Londres.....
....

Je vous suis fort obligé de ce que vous prenez la peine d'examiner ces nouveaux traités, et de me faire des objec-

(1) Dans une lettre suivante du 29 février 1692, on verra qu'il étoit question de quelques explications à obtenir sur certaines règles de calcul. Fatio ne réclama que sept ans plus tard.

tions, vous priant seulement de ne me pas condamner devant que m'avoir entendu.......

Quant à la vitesse de la matière qui, selon moi, cause la pesanteur, laquelle vitesse vous voulez que je sois obligé de supposer beaucoup plus grande que je ne fais; je vous prie de bien examiner ma théorie, et vous verrez que je ne dis pas que ce qui fait la pesanteur, par exemple, d'une balle de plomb, est une portion de la matière fluide enfermée dans un espace de même grandeur qu'enferme la surface de cette balle; mais une quantité de cette matière fluide, dont les parties égalent en solidité et en étendue les particules cohérentes qui composent ce plomb; laquelle matière fluide, en faisant descendre le plomb, occupera justement la place que les particules du plomb occupoient. Ainsi cette matière fluide, pour causer la pesanteur de la balle, n'a pas besoin d'un mouvement circulaire plus vîte qu'il en faudroit à la balle pour peser autant en haut qu'elle pèse naturellement en bas, c'est-à-dire, d'un mouvement 17 fois plus vîte, que celui d'un point de la terre sous l'équateur...... .... Je voudrois, Mr., que vous fussiez déjà ici, comme vous me faites espérer que vous serez au mois de Juin, afin de vous pouvoir mieux expliquer tout ce que je viens de dire; et en même temps mon sentiment touchant votre systême de la pesanteur........

J'ai reçu ces jours passés le livre de Mr. LOCKE, dont je lui suis fort obligé, et que je lis avec beaucoup de plaisir, y trouvant une grande netteté d'esprit, avec un style clair et agréable, que tous ceux de ce pays-là n'ont point. Je ne manquerai pas de lui écrire quand je l'aurai examiné un peu davantage. Souvenez-vous, je vous prie, Mr., de demander à Mr. BOYLE la recette pour la glaee; quoiqu'elle soit fort mince sur le verre, il faut pourtant que le degré du froid y soit, ce qui est très-considérable. Il y avoit en-

core une chose qu'il eut la bonté de me promettre en même temps, mais dont je ne saurois me souvenir. Cette flamme que je l'ai vu produire avec deux liqueurs froides est aussi un secret bien singulier; mais je doute fort s'il voudroit le communiquer. Ayez la bonté, s'il vous plait, de lui faire mes humbles baisemains, comme aussi à Mr. Hampden et à Mr. Locke; et comptez parmi ceux qui vous honorent et estiment parfaitement, Mr. votre etc.

HUGENS de ZULICHEM.

Du même au même.

A La Haie, *ce* 29 *février* 1692.

MR. Ce seroit grand dommage si votre théorie de la pesanteur demeuroit perdue. Je sais fort bien que je vous l'ai rendue, après que vous m'eûtes fait la grace de la prêter. .... Je n'en ai point gardé de copie ni d'extrait; mais je ne laisse pas de me souvenir fort bien de votre hypothèse, ce qui me fait croire qu'avec un peu d'application il vous sera aisé de rentrer de nouveau dans toute cette méditation.

Mr. NEWTON fait bien de l'honneur aux Pythagoriciens, de croire qu'ils aient été assez bons géométres pour trouver de pareilles démonstrations à celles qu'il a données touchant les orbes elliptiques des planètes. Pour moi j'ai de la peine à croire qu'ils aient seulement connu le mouvement de Mars, Jupiter et Saturne autour du soleil, et la proportion de leurs cercles; parce que PLATON ayant acheté les écrits de PHILOLAUS, y auroit trouvé le système copernicien, s'il y eût été; et ne s'en seroit pas tû. Mais quant à la vertu centrifuge, qui contre-balance la pesanteur, j'en remarquai ces jours passés quelque vestige dans PLUTARQUE

au traité *de facie in orbe Lunœ*, où il dit que la pesanteur de la Lune ne la fait pas descendre vers la terre, parce que cette pesanteur est effacée par la force de son mouvement circulaire, semblable à celle qu'on sent quand on fait tourner une pierre dans une fronde. Cela vient apparemment de quelque plus vieux philosophe.

Mr. BORELLI s'est aussi avisé, comme vous savez, Mr., de l'équipollence de la pesanteur et de la force centrifuge aux planétes, et il en a même voulu déduire les orbites elliptiques. Mais sa géométrie n'alloit pas assez loin pour trouver les véritables démonstrations, telles que sont celles de Mr. NEWTON (1). Son Traité des lignes courbes (2), à ce que mon frère me mande (qui le tenoit de vous, Mr.), devoit bientôt voir le jour; ce que j'attends avec impatience, espérant d'y apprendre toutes ces belles choses dont vous faites mention dans votre dernière, et que j'estime d'autant plus que j'en conçois la difficulté.

J'ai depuis peu, à l'occasion de Mr. LEIBNITZ, songé à cette affaire des quadratures; et je vois qu'à toute quadrature exprimée par x parties de l'axe et par des lignes connues, on peut trouver l'équation de la courbe à qui elle convient; et j'ai encore remarqué quelques règles et tentatives pour trouver la quadrature, quand l'équation d'une ligne quadrable est donnée, mais cela ne va pas bien loin, lorsque les équations sont un peu composées; et je voudrois bien savoir si Mr. NEWTON a des règles générales pour cela, et s'il peut connoître quand la quadrature est impossible, ou quand elle dépend de celle de l'hyperbole ou du cercle; comme aussi lorsque l'équation de la tengente est donnée,

---

(1) HUGENS publia plus tard cette remarque dans son *Cosmotheoros*, 1698. Voyez la *Notice historique*, *Biogr. Univ. p.* 153 et 161.

(2) Le traité de NEWTON.

s'il peut connoître qu'elle appartient à quelque ligne courbe. Au reste je n'entends pas ce que signifie la fluxion de la fluxion; il semble que cela veuille dire la tangente d'une ligne courbe dont dépend la courbe de la première fluxion; mais je ne vois pas alors en quoi la difficulté devient plus grande. Je vous prie de solliciter, auprès de Mr. NEWTON, la publication de ce traité, qui sera d'une utilité merveilleuse et lui fera grand honneur.

Puisque vous le voulez bien, je vais communiquer quelque chose de votre règle à Mr. LEIBNITZ, après quoi nous verrons s'il n'avouera pas qu'elle vaut mieux que ce qu'il m'avoit envoyé : du moins verra-t-il que vous en usez généreusement, en voulant bien donner en échange, ou même sans échange, ce que j'avois jugé valoir davantage......

....

Je salue très-humblement Mr. HAMDEN et Mr. NEWTON, et vous supplie de me dire des nouvelles de Mr. Locke.

Je suis avec zèle, Mr., votre etc.

HUGENS de ZULICHEM

(*La suite à un prochain Numéro.*)

ELECTRO-DYNAMIQUE.

NOTICE DE DEUX MÉMOIRES LUS A L'ACADÉMIE DES SCIENCES dans la séance du 3 février 1823, par MM. SAVARY et de MONFERRAND.

(*Article communiqué.*)

L'OBJET de ces Mémoires est de faire de nouvelles applications de la formule que Mr. Ampère a donnée pour représenter l'action mutuelle de deux portions infiniment petites de courans électriques, et qu'il avoit démontrée par des expériences précises à l'égard des courans des conducteurs voltaïques (1). Mr. de Monferrand a appliqué cette formule au calcul de l'action qui s'exerce entre un aimant et un conducteur rectiligne indéfini, perpendiculaire à un plan passant par l'axe de cet aimant. Mr. Savary a considéré la même action d'une manière plus générale, en calculant les forces qui doivent en résulter lorsqu'elle a lieu, soit entre un aimant et un conducteur voltaïque situé d'une manière quelconque, soit entre deux aimans. Parmi les nombreux résultats qu'il a obtenus nous remarquerons particulièrement les suivans :

1.° Un anneau circulaire d'acier, quoiqu'aimanté, ne peut exercer aucune action sur un conducteur voltaïque, et ne peut agir sur un aimant que comme il agissoit avant son aimantation, conformément aux expériences faites en 1820 par MM. Gay-Lussac et Velter.

(1) Voyez le *Journal de Physique*, cahier de septembre 1820, et les *Annales de Chimie et de Physique*, Tome XX, p. 398 et suiv.

Le calcul donne tous les résultats obtenus par Mr. Pouillet dans les expériences qu'il a lues à l'Académie Royale des sciences le 26 août 1822, et par lesquelles il a vérifié la loi donnée en 1820 par Mr. Biot dans les Annales de chimie et de physique, T. XV, pag. 222 et 223, pour exprimer l'action mutuelle d'un conducteur voltaïque et d'un aimant.

3.° Un conducteur rectiligne indéfini a la même action pour faire tourner un courant circulaire situé dans un plan perpendiculaire à celui qui passe par le conducteur et le centre du cercle décrit par ce courant, autour de l'intersection commune de ces deux plans, quand la distance de son centre au conducteur restant la même, on place successivement celui-ci, dans différentes positions, relativement à cette intersection; ce qui est d'accord avec une expérience faite le 20 janvier 1821 par MM. Ampère et Despretz.

4.° L'action mutuelle d'un fil conducteur d'une forme et d'une grandeur quelconques, et de l'appareil en hélice que Mr. Ampère a assimilé à un aimant, et auquel il a donné le nom de cylindre électro-dynamique, lorsqu'on suppose que ce cylindre est assez long pour que l'une de ses extrémités soit très-loin du conducteur, ne dépend que de la situation de son autre extrémité relativement à ce conducteur, et reste la même, quelle que soit la direction de l'axe du cylindre.

5.° L'action mutuelle de deux cylindres électro-dynamiques, quelles que soient les directions de leurs axes, se compose de quatre forces, deux attractives et deux répulsives, dirigées suivant les droites qui joignent deux à deux les extrémités des cylindres, et en raison inverse du carré des distances entre ces extrémités, ce qui donne, à l'égard de ces dernières, la loi que Coulomb et Robison avoient

trouvé

trouvé (1) par expérience pour les pôles de deux aimans, en observant la direction qu'un de ces aimans prend par l'action de l'autre.

6.° En supposant l'action des courans terrestres réprésentée par celle d'un courant moyen situé dans le plan de l'équateur magnétique, et décrivant autour du centre de la terre une circonférence dont le rayon soit assez petit, relativement à celui de notre globe, pour que la quatrième puissance de leur rapport puisse être négligée dans le calcul, un cylindre électro-dynamique soumis à cette action doit s'incliner de manière que son axe forme avec l'horizon un angle dont la tangente soit double de la tangente de la latitude magnétique, c'est-à-dire comme le fait, en général, une aiguille aimantée.

Parmi les résultats des recherches de Mr. de Monferrand, qui ne se trouvent pas dans le Mémoire de Mr. Savary dont nous venons de parler, on doit particulièrement remarquer les deux suivans:

1.° L'action d'un conducteur horizontal rectiligne et indéfini pour faire tourner un conducteur mobile très-court, toujours dans le même sens autour d'une de ses extrémités dans un plan horizontal, est indépendante de l'angle formé par les directions des deux conducteurs; et cela non-seulement dans le cas où le plan de rotation passe par le conducteur indéfini, comme on le savoit déjà, mais encore lorsqu'il passe au-dessus ou au-dessous de ce conducteur.

2.° L'action d'une hélice dont l'axe forme, comme celui d'un aimant en fer à cheval, une courbe composée de deux parties symétriques des deux côtés d'un plan, tend toujours

---

(1) Voyez les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Paris pour l'année 1785, page 599, et l'ouvrage de Robison, publié par le Dr. Brewster, à Londres, chez *Murray*, 4 vol. 8.°

à amener, dans ce plan, un conducteur rectiligne indéfini mobile autour d'un axe situé dans le même plan. Ce résultat du calcul a été confirmé par l'expérience.

Nous terminerons cette note par une observation générale sur les deux mémoires dont nous venons de donner une idée ; observation qui est sur-tout relative à celui de Mr. Savary. Coulomb avoit représenté les expériences qu'il avoit faites, sur la direction que prend une aiguille aimantée par l'action d'un aimant, en admettant deux pôles dans chaque particule magnétique, et en supposant, entre deux de ces particules, les quatre forces dirigées suivant les droites dont nous avons parlé plus haut ; telle est la loi de l'action mutuelle de deux aimans ; Mr. Biot dans le tome XV, page 222 et 223, des Annales de chimie, et de physique, a donné celle de l'action mutuelle d'un aimant et d'un conducteur voltaïque rectiligne et indéfini, en supposant de même deux pôles dans chaque particule magnétique, et en admettant qu'ils étoient portés par l'action du conducteur dans deux directions opposées, perpendiculaires aux plans qui joignent ces pôles et l'axe du conducteur, en vertu de forces dont l'intensité étoit réciproquement proportionnelle aux plus courtes distances entre ces mêmes pôles et cet axe ; Mr. Ampère, qui a observé le premier l'action mutuelle de deux conducteurs, avoit déterminé par des expériences précises la loi de cette action, dans un Mémoire lû à l'Académie des sciences, le 10 juin 1822 (1), en prouvant que la force qui s'exerce entre deux portions infiniment petites de courans électriques, donnés d'intensité, suivant la ligne qui

---

(1) La formule qui représente cette loi a été d'abord publiée dans la *Bibliot. Univ.* cahier de juillet 1822, Tome XX, p. 187 et 188, et depuis, avec les détails des expériences et des calculs sur lesquels elle est fondée, dans les *Annales de Physique et de Chimie*, tome XX, p. 405—419.

joint leurs milieux, est, d'après ces expériences, nécessairement proportionnelle à la différentielle du second ordre de la racine carrée de la distance des deux portions infiniment petites, prise en faisant varier séparément et alternativement les deux extrémités de cette distance, dans le sens des deux courans électriques, et divisée par la racine carrée de la même distance; et qu'en outre cette force est répulsive quand la valeur de cette différentielle est positive; et attractive dans le cas contraire.

Quelle que fut l'analogie si remarquable et si complète des aimans et des hélices ou cylindres électro-dynamiques, imaginés par Mr. Ampère pour appuyer son opinion sur l'identité de l'électricité et du magnétisme, les trois lois dont nous venons de parler, et qui représentent les trois sortes d'actions, qui s'exercent, la première entre deux aimans; la seconde entre un conducteur voltaïque et un aimant; la troisième entre deux conducteurs, étoient sous le point de vue mathématique, indépendantes les unes des autres; et il étoit en outre démontré qu'on ne peut expliquer l'ensemble des phénomènes d'attraction et de répulsion que présentent les conducteurs voltaïques, en attribuant leurs propriétés à de petits aimans qu'y produiroit l'action électrique de la pile, de quelque manière qu'on supposât ces aimans disposés; puisqu'on imprime un mouvement de rotation continue, toujours dans le même sens, à une portion de conducteur qui ne forme pas un circuit fermé ou presque fermé, par l'action soit d'un aimant, soit d'un circuit fermé; et qu'il est impossible de produire cette sorte de mouvement en employant seulement des aimans ou des conducteurs solides (1) formant

(1) On entend ici par cette expression, que toutes les parties de la portion de conducteur qui forme un circuit fermé ou presque fermé, sont invariablement liées entre elles, et ne peuvent changer de situation respective, lorsque cette portion est composée de

des circuits fermés. Or il est évident que les lois données par Coulomb et par Mr. Biot ne pourroient être appliquées au calcul de l'action de deux conducteurs, qu'en supposant pour la première que les deux conducteurs étoient des assemblages de petits aimans ; et pour la seconde, qu'en adoptant la même supposition pour un des deux conducteurs ; mais alors comment n'auroit-elle pas lieu pour tous les deux? ces suppositions étant ainsi en opposition avec le fait de la rotation continue, qui est au contraire une conséquence nécessaire de la loi de Mr. Ampère, il étoit naturel de déduire cette dernière loi des deux autres.

Tel étoit l'état de nos connoissances dans cette branche de la physique, lorsque le travail de Mr. Savary est venu démontrer que la loi de Mr. Ampère appliquée aux courans électriques formant des circuits fermés, qu'il admet dans les aimans, reproduit les deux lois de Coulomb et de Mr. Biot.

C'est là un résultat mathématique et indépendant de toute hypothèse. Les autres résultats obtenus par Mr. Savary en sont des conséquences ; mais l'accord qui se trouve entre ces conséquences et les faits observés n'en est pas moins digne de l'attention des physiciens, puisqu'on doit les considérer comme offrant une nouvelle confirmation de ces lois elles-mêmes. Nous laisserons à nos lecteurs le soin de juger quel nouveau degré de probabilité résulte du Mémoire de Mr. Savary en faveur de l'hypothèse de Mr. Ampère sur la constitution des aimans.

---

deux ou de plusieurs pièces qui peuvent se mouvoir séparément, ou qu'elle est formée en tout ou en partie d'un liquide conducteur, le mouvement de rotation continue devient possible. Voyez pour l'éclaircissement des difficultés que peut présenter cette question, ce qu'en a dit Mr. Ampère, aux pages 234—236 de son *Recueil d'observations électrodynamiques*, chez *Crochard*, libraire, rue du Cloître St. Benoît, n.° 16, à Paris.

PHYSIQUE.

Mémoire sur l'influence de la pression atmosphérique sur les boules des thermomètres; suivi de quelques expériences relatives au froid produit par l'expansion des gaz. Par MM. Aug. De La Rive et F. Marcet. (Lu à la Société de Physique et d'histoire naturelle de Genève le 17 avril 1823 (1).

Quelques personnes habituées à consulter souvent le thermomètre, ont remarqué dernièrement, que cet instrument se fixe, à température égale, à un point de l'échelle plus haut, lorsqu'il est fait depuis un certain temps, qu'au moment où il sort des mains de l'ouvrier (2).

Parmi les explications qu'on a cherché à donner de ce phénomène, celle de Mr. Flaugergues contenue dans le Vol. XXI, page 333 des Annales de chimie, nous a paru aussi ingénieuse que vraisemblable. Dans le but de la vérifier, nous avons fait plusieurs expériences, qui nous ont conduit à quelques résultats plus généraux sur l'équilibre du

(1) Les deux jeunes physiciens, auteurs de l'intéressant travail qu'on va lire, et dont l'un s'est déjà distingué dans la carrière des sciences naturelles par un Mémoire électro-dynamique (*Bibl. Univ.* Sept. 1822) sont fils, l'un du Prof. De La Rive, l'un des Membres les plus honorés et les plus utiles de l'Académie de Genève; l'autre du Dr. Alex. Marcet, son ami, dont la patrie, la famille, et les amis, déplorent la perte récente et prématurée. (R)

(2) Cette différence paroît varier d'un quart à un demi degré.

calorique. Ce sont ces expériences et ces résultats qui feront le sujet de ce Mémoire.

Suivant Mr. Flaugergues, la boule d'un thermomètre, dont on vient de fermer l'extrémité, après en avoir chassé l'air qui y étoit contenu, éprouve de la part de l'atmosphère extérieure, une pression, à laquelle faisoit équilibre auparavant l'air contenu dans l'intérieur du tube. Cette portion d'air, ayant été chassée, la boule cède à la pression atmosphérique et se contracte. Par conséquent, son volume intérieur diminuant, une portion plus grande du liquide thermométrique doit se trouver dans le tube. Le thermomètre a déjà subi ces modifications lorsqu'on le gradue. Mais, la pression atmosphérique qui agit sur la boule restant constante, tandis que l'élasticité du verre, comme celle de tout autre ressort, diminue par le temps, il en résulte, que la boule cède davantage à la force constante qui la comprime, et que, par conséquent, par l'effet de sa contraction, une portion du liquide passe encore dans le tube. Or, c'est cette portion de liquide chassée dans le tube au bout d'un certain temps, qui rend la colonne du thermomètre, à température égale, plus haute qu'elle ne l'étoit, au moment où il a été gradué.

On a observé que le phénomène dont nous venons de rendre compte, n'avoit lieu que pour les thermomètres à mercure, et non pour ceux à esprit-de-vin; ce que nous pouvons expliquer en admettant l'hypothèse de Mr. Flaugergues pour l'une et l'autre espèce de thermomètres; mais en observant, que dans ceux à esprit-de-vin, l'élasticité de la portion d'alcool évaporée dans la partie vide du tube, fait équilibre à la petite diminution d'élasticité du verre, opérée par le temps; sur-tout si l'on fait aussi attention à la difficulté de priver entièrement d'air un pareil thermomètre.

Pour constater la justesse de l'hypothèse de Mr. Flaugergues,

il convenoit de vérifier le fait fondamental sur lequel elle repose, c'est-à-dire, de s'assurer, si la boule d'un thermomètre est susceptible d'un changement de volume dépendant de la présence, ou de la soustraction, de la pression atmosphérique. Pour parvenir à ce but, nous avons fait les expériences suivantes.

1.re *Expérience.*

Un thermomètre de mercure dont les degrés étoient assez grands (trois lignes environ) et dont la boule, d'un verre assez mince, avoit quatre lignes de diamètre, fut placé sous le récipient d'une pompe pneumatique, après qu'on se fut assuré qu'il suivoit une marche conforme à celle d'un thermomètre exposé à l'air de la chambre et laissé très-près du récipient. En faisant le vide, on a vu le thermomètre intérieur baisser à-peu-près de deux degrés; il est remonté bientôt, mais non, cependant, jusqu'au point d'où il étoit parti (1).

Laissé sous le vide pendant trente-six heures et observé plusieurs fois pendant cet intervalle, il a paru subir toutes les variations de température indiquées par le thermomètre extérieur, en restant néanmoins toujours au-dessous de ce dernier, d'une différence constante, qui s'est trouvée dans cette première expérience, être d'un degré. Cette différence entre la hauteur des deux thermomètres ne peut être attribuée à une différence de chaleur entre l'intérieur du récipient et l'air extérieur, puisque l'équibre de température, rompu en faisant le vide, s'est rétabli au bout de peu de temps, comme l'ont indiqué les variations du thermomètre sous le récipient, semblables à celles qu'éprouvoit le thermomètre exposé à l'air extérieur. Cette différence ne peut donc être due qu'à la soustraction de la pression atmosphérique, soustraction qui, en permettant à la boule du thermomètre de reprendre le volume primitif plus grand, qu'elle

---

(1) Nous nous sommes servis dans toutes nos expériences du thermomètre centigrade.

occupoit avant d'avoir été contractée, rend la colonne de mercure plus courte, en laissant à une portion de ce liquide la faculté de rentrer dans la boule (1).

Parmi plusieurs expériences qui nous ont donné toujours le même résultat, nous rapporterons la suivante qui nous a paru l'une des plus exactes.

Immédiatement après le vide.	Therm. extérieur......	9°,4
	Therm. sous le récipient.	7°,7
Deux heures après le vide...	Therm. extérieur......	9°,0
	Therm. sous le récipient.	8°,0
Douze heures après le vide..	Therm. extérieur......	7°,8
	Therm. sous le récipient.	6°,8
Vingt-quatre h. après le vide..	Therm. exterieur......	10°,3
	Therm. sous le récipient.	9°,3

On voit d'après ce tableau, que la rupture d'équilibre de température, produite en faisant le vide, avoit cessé avant l'intervalle de deux heures.

2.e *Expérience.*

Si en effet la boule du thermomètre s'est contractée au moment où l'on a chassé l'air hors du tube; en rendant cet air, on doit produire le même effet que l'on produit en ôtant celui qui presse la boule en dehors; c'est-à-dire, que celle-ci doit reprendre encore son volume primitif, puisqu'alors l'air entrant fait équilibre à l'air extérieur. C'est ce qui arrive en effet, comme nous nous en sommes assurés en cassant l'extrémité du même thermomètre employé ci-dessus, ce qui, en permettant à l'air d'entrer dans la partie vide du

---

(1) Le vide que nous avons pu obtenir dans ces expériences étoit tel, que la quantité d'air restée dans le récipient, ne soutenoit plus que trois lignes de mercure. Avec un vide moins parfait, et tel qu'il restoit assez d'air pour soutenir quelques pouces de mercure, la différence entre les deux thermomètres étoit moindre.

tube, a fait subitement descendre le mercure de $0^{\circ},7$ et au bout de quelques instans de 1°, quantité précisement égale à celle dont le thermomètre se tenoit plus bas dans le vide.

3.e *Expérience.*

Le thermomètre dont nous avons cassé l'extrémité, a sa boule dans son état naturel, puisqu'il y a équilibre entre la pression exercée par l'air en dedans et celle exercée en dehors. Un pareil thermomètre, quand il est placé sous un récipient privé d'air, ne doit, par conséquent, pas être influencé comme celui qui est fermé en haut; car, en faisant le vide, on ôte à la fois l'air intérieur et l'air extérieur, et on n'augmente ni ne diminue par là la pression sur la boule. L'expérience a confirmé, en effet, que ce thermomètre, sous le vide, se tient toujours à la même hauteur à laquelle il se tiendroit dans l'air; ce dont on s'est assuré, en comparant sa marche à celle d'un autre thermomètre placé hors du récipient.

4.e *Expérience.*

On a fermé l'extrémité du même thermomètre en laissant de l'air dans la partie du tube non occupée par le mercure. Ce thermomètre, mis dans le vide, s'est constamment tenu plus bas qu'un thermomètre placé hors du récipient, et dont la marche étoit auparavant, dans l'air, conforme à la sienne.

En effet, en ôtant l'air extérieur autour de la boule, la force élastique de l'air intérieur qui ne peut sortir est augmentée; cette force dilate la boule, et agrandit ainsi son volume. Mais cet agrandissement varie suivant la quantité d'air qu'on a renfermée dans le tube; c'est-à-dire, suivant la hauteur du thermomètre, au moment où l'on a fermé son extrémité.

Pour nous assurer encore davantage que les phénomènes

que nous venons de décrire, proviennent en effet de l'élasticité du verre de la boule, nous avons répété les diverses expériences ci-dessus avec des thermomètres à boules de différentes épaisseurs. Nous avons vu, en effet, que plus cette épaisseur étoit grande, moins étoient considérables les effets que nous avons décrits : ainsi, un thermomètre, dont la boule étoit d'une épaisseur à peu prés double de celle du premier, s'est tenu sous le vide constamment à $0^{o},5$, seulement, au-dessous de ce qu'il se seroit tenu dans l'air, tandis que le premier se tenoit à un degré au-dessous. Ce même thermomètre, en rendant l'air dans la partie supérieure du tube, est descendu de $0^{o},5$. Dans un thermomètre, dont la boule étoit d'une épaisseur plus considérable, les effets décrits ci-dessus ont été presque imperceptibles, n'excédant jamais un dixième de degré (1).

Il résulte de ces dernières observations, que la différence observée entre la hauteur d'un thermomètre, dans le cas où sa boule est soumise à la pression atmosphérique, et dans le cas où elle ne l'est pas, dépend de la plus ou moins grande élasticité du verre, et par conséquent, de la plus ou moins grande facilité de la boule à changer de volume.

Des expériences d'un autre genre ont servi à confirmer les conclusions que nous venons de tirer.

Ces expériences, inverses à-peu-près des précédentes, sont relatives à l'observation de thermomètres placés dans une atmosphère plus dense que l'air ordinaire. Si la boule de verre est réellement susceptible d'être contractée par la pression atmosphérique, en augmentant cette pression, on la contractera davantage; on diminuera par conséquent son vo-

---

(1) La boule du thermomètre employé dans cette expérience étoit fort petite, n'ayant pas deux lignes de diamètre.—Tous les thermomètres dont nous nous sommes servis, ont été faits, avec l'exactitude qu'on lui connoît, par Mr. Gourdon; l'une des premières personnes

lume, et à température égale, le thermomètre, dans l'air condensé, devra être plus haut que dans l'air ordinaire.

L'expérience nous a montré en effet, qu'un thermomètre se tenoit, dans un récipient contenant de l'air condensé, plus haut, à température égale, qu'un thermomètre placé dans l'air ordinaire; et que cette différence étoit d'autant plus grande que la boule étoit plus mince, et l'air plus condensé. Nous nous sommes assurés que l'influence de la chaleur provenant de la condensation, n'entroit pour rien dans la cause du fait observé, soit en laissant pendant vingt-quatre heures le thermomètre dans l'air condensé, soit en remarquant que, pendant cet intervalle, ses variations étoient les mêmes que celles d'un autre thermomètre placé dans l'air de la chambre.

Un thermomètre, dont on avoit cassé l'extrémité supérieure, mis dans le récipient, montoit d'abord, par l'effet de la chaleur que produit la condensation, mais beaucoup moins que le thermomètre fermé, et privé d'air; il redescendoit assez vite au même degré que le thermomètre extérieur.

Nous avons alors placé, à la fois, dans la pompe de condensation, deux thermomètres, l'un privé d'air, et l'autre ouvert à son extrémité. Par la condensation d'une atmosphère, le thermomètre fermé, est monté d'un degré de plus que le thermomètre ouvert. Par la condensation de deux atmosphères, la différence, a été de près de 2°; et enfin par la condensation de trois atmosphères, la différence a été de 2°,7.

Ces résultats prouvent la grande compression que peut supporter une boule de verre; compression, qui, en la contractant, diminue son volume.

Nous avons répété les expériences décrites ci-dessus avec des thermomètres à esprit-de-vin, et nous avons obtenu des résultats analogues, mais moins appréciables et moins sen-

---

qui se soit apperçu de l'anomalie remarquée dans la marche du thermomètre.

sibles. Il est probable que cette différence provient de l'impossibilité de priver entièrement d'air de pareils thermomètres, et de l'évaporation de l'alcool, qui tend à rendre le vide de la partie supérieure du tube encore plus imparfait.

Nous nous croyons donc autorisés par ce qui précède à conclure, que la boule des thermomètres est susceptible d'un changement de volume dépendant du degré de son épaisseur, et de celui de la pression de l'air atmosphérique ; mais dans des expériences aussi délicates, il nous a été impossible de voir quel est le rapport exact qui lie ce changement de volume, soit avec l'épaisseur du verre, soit avec la pression de l'air atmosphérique. Il nous a paru cependant être à-peu-près simplement inverse pour l'épaisseur, et direct pour la pression atmosphérique.

L'ascension et l'abaissement du thermomètre paroissent donc, dans certains cas, dépendre d'une cause autre que celle provenant d'un changement de température. Cette considération nous a engagés à examiner quelques phénomènes, dans lesquels l'effet observé sur le thermomètre, pouvoit ne pas provenir uniquement d'une différence de température.

Il est reconnu depuis long-temps, qu'un thermomètre placé sous un récipient descend d'une quantité assez considérable lorsqu'on y fait le vide. Cet effet, que l'on a, jusqu'à présent, attribué à un abaissement de température, peut provenir aussi, d'après ce que nous avons dit, d'une augmentation du volume de la boule ; et, pour avoir la portion de l'effet dûe uniquement à la diminution de chaleur, il faut placer sous le récipient un thermomètre ouvert à son extrémité supérieure, dont l'abaissement ne poura provenir que d'un changement de température. Un pareil thermomètre baisse en effet beaucoup moins que celui qui est fermé et privé d'air. Le thermomètre à boule mince, dont nous nous sommes servis, dans les expériences précédentes, baissoit ordinairement de 2° en faisant le vide,

mais 1° seulement provenoit du froid produit, ainsi que nous nous en sommes assurés en mettant dans le vide le thermomètre ouvert; et, ainsi que nous devions le conclure, en déduisant de l'effet total, ce que nous savions déjà être dû à la soustraction de la pression atmosphérique.

Il y a donc, quoiqu'en moindre quantité qu'on ne l'avoit cru, du froid produit en faisant le vide; phénomène qu'on explique en attribuant cet abaissement de température, à ce que l'air intérieur du récipient en se dilatant, prend, à cet effet, de la chaleur aux corps environnans et entr'autres au thermomètre.

Un autre phénomène du même genre, mais beaucoup plus difficile à expliquer, consiste dans l'ascension subite et très-considérable d'un thermomètre placé dans un récipient vide, lorsqu'on y fait entrer subitement l'air. Ce fait semble difficile à concilier avec l'expérience connue, par laquelle on parvient à produire de la glace, en laissant subitement sortir dans l'air ordinaire un jet d'air condensé, qu'on dirige sur le corps qu'on veut refroidir. En effet, en faisant entrer de l'air ordinaire dans le vide, toujours plus ou moins imparfait, d'une pompe pneumatique, il semble que l'on doit produire des résultats analogues à ceux qui proviennent de l'entrée de l'air condensé dans l'air ordinaire.

Parmi les physiciens qui se sont occupés de ce sujet, MM. Clément et Desormes ont cherché la cause du fait que nous venons de décrire, dans l'expression du calorique qu'ils supposent exister dans le vide, expression opérée par l'entrée de l'air extérieur. Mais on ne peut plus admettre cette explication, après l'expérience par laquelle Mr. Gay-Lussac a montré, qu'en réduisant subitement d'une certaine quantité, par un moyen mécanique, l'étendue d'un espace vide, il n'y avoit point de chaleur dégagée. Le savant que nous venons de nommer avoit imaginé un appareil qui, au

moyen d'une colonne de mercure, à laquelle on pouvoit faire occuper un volume plus ou moins grand dans un tube privé d'air, permettoit ainsi de diminuer ou d'augmenter l'espace occupé par le vide barométrique (1). Si donc, suivant MM. Clément et Desormes, l'air en entrant dans un récipient privé d'air, y produit de la chaleur, parce qu'il exprime une partie du calorique du vide, le mercure dans l'expérience de Mr. Gay-Lussac, en diminuant subitement par son ascension, le volume du vide barométrique, devroit aussi occasionner une élévation de température, ce qui n'a pas lieu.

Les résultats que nous avons décrits dans la première partie de ce Mémoire, nous ont fait présumer que le phénomène paradoxal, dont nous venons de parler, pourroit être attribué, en partie, à la compression que fait éprouver à la boule du thermomètre employé, l'entrée subite de l'air extérieure. L'expérience nous a prouvé en effet, qu'un thermomètre dont on avoit cassé l'extrémité supérieure, mis dans le vide, montoit beaucoup moins, quand on rendoit l'air, qu'il n'avoit monté dans le cas où le tube étoit fermé. Dans le premier cas, l'air entrant à la fois dans l'intérieur du tube, et se portant aussi autour de la boule, il n'y a nulle compression exercée sur celle-ci, et l'effet d'ascension du thermomètre est dû uniquement à la chaleur.

Les réflexions que nous avons présentées sur le fait dont il s'agit, nous ont engagés à examiner avec précision les détails de cette curieuse expérience, et à rechercher quelle pouvoit être la cause de la chaleur qui paroît être produite par la rentrée de l'air dans le vide.

Nous avons suspendu un thermomètre très-sensible, ayant une boule très-petite, au milieu d'une cloche d'un volume considérable (540 pouces cubes). Un tuyau de métal, dont le canal étoit d'un diamètre assez petit ($\frac{1}{3}$ de ligne), étoit disposé de manière que l'une de ses extrémités pouvoit communiquer hors

(1) Voy. Vol. XIII. *Ann. de Chimie*, pag. 304.

de la cloche, soit avec l'atmosphère, soit avec un vase quelconque, et que l'autre aboutissoit dans le récipient, de manière à se trouver vis-à-vis de la boule du thermomètre, à une distance peu considérable, qui a varié de deux à quatre lignes. Un robinet situé dans la partie du tuyau qui se trouvoit hors du récipient, permettoit, en l'ouvrant, de faire entrer dans la cloche, soit l'air de la chambre, soit le gaz contenu dans un vase, avec lequel le tuyau pouvoit être mis en communication.

Nous avons fait le vide dans la cloche; ce qui a fait descendre le thermomètre, qui étoit à 10°, à 8°. On a ouvert le robinet pour laisser entrer l'air de la chambre, qui s'est précipité par le tuyau contre la boule du thermomètre; cette introduction de l'air, à notre grand étonnement, a produit un froid qui a fait descendre le thermomètre à 5°,6, c'est-à-dire, de 2°,4. Cet abaissement, qui avoit lieu à mesure que l'air entroit, s'est arrêté au bout de sept secondes, au moment où l'éprouvette de la pompe a indiqué que la portion d'air contenue déjà dans la cloche, étoit capable de soutenir quatre pouces de mercure. Le thermomètre est resté stationnaire, jusqu'à-ce que, l'air introduit ait pu soutenir six pouces de mercure, et à partir de ce moment, il est remonté rapidement, jusqu'a-ce que l'air étant entièrement rentré, il s'est arrêté un peu au-dessous de 15°, ce qui a eu lieu après quarante-cinq secondes, à dater de l'instant ou l'on avoit commencé à laisser entrer l'air.

Cette expérience, plusieurs fois répétée, nous a donné toujours le même résultat. Quelle que fût la hauteur du thermometre, (1) au moment ou nous laissions rentrer l'air dans la cloche, il a toujours baissé, d'abord de 2° a 2°.6, puis est remonté ensuite de 7° à 9° au-dessus du point où il avoit été le plus bas.

---

(1) Cette hauteur a varié dans nos expériences, de 6° à 12°.

Il paroît donc, d'après ces expériences, que, quoiqu'on ait cru jusqu'ici le contraire, il y a toujours un froid assez considérable produit, au moment où l'air entre dans le vide.

Peut-être ne s'en est-on pas aperçu plus tôt, soit parce qu'on introduisoit l'air dans le récipient par une ouverture trop grande; soit parce qu'on se servoit de cloches d'un volume trop peu considérable; soit parce que la boule du thermomètre n'étoit pas placée assez près de l'extrémité du canal que traverse l'air en entrant. En effet, dans les deux premiers cas, la durée de la dilatation de l'air étoit trop courte pour qu'on put s'appercevoir du froid produit, et dans le dernier, le thermomètre étoit trop éloigné du point principal où cette dilatation s'opère pour pouvoir être affecté sensiblement par le froid qu'elle produit.

Le phénomêne du froid produit, s'explique facilement, en remarquant que l'air, en entrant dans le vide, se dilate, et que par un effet de cette dilatation, il prend de la chaleur aux corps environnans, et au thermomètre, en particulier, qui se trouve le premier sur son passage. Mais quand la cloche contient déjà un assez grand volume d'air, le nouvel air qui arrive, tend encore à se dilater, et par conséquent à produire du froid; en même temps, cependant, il condense celui qui y est déjà contenu, et tend conséquemment à produire de la chaleur, en exprimant de cet air déjà entré une certaine quantité de calorique. (1)

(1) Nous admettrions plus volontiers une explication du double phénomène, un peu différente de celle que proposent les auteurs du Mémoire; la voici:

Supposons un récipient vide d'air, et renfermant un thermomètre qui y est en équilibre de température avec le vide qui l'entoure, comme aussi avec l'air extérieur.

Cet équilibre de température du mercure avec le vide ambian

La différence entre la chaleur et le froid que produit par un double effet, l'air entrant commence par être de deux

---

annonce que, par l'effet du rayonnement, ce vide est pénétré de ce calorique au même degré de densité relative que le sont le verre et le métal du thermomètre; car, puisque celui-ci demeure stationnaire, cette immobilité prouve que ses échanges de calorique avec le vide ambiant ont lieu sans perte ni gain réciproque.

Or, l'air extérieur au récipient contient, outre le calorique rayonnant dont il est pénétré, à volume égal, au même degré de densité qu'il a dans le vide, cet air ambiant contient, disons-nous, une certaine dose de *chaleur specifique*, unie à ses molécules par adhésion, et avec une densité relative au volume dans lequel cet air est condensé par la pression atmosphérique entière. On sait que ce calorique peut être exprimé de l'air comme d'une éponge, en refoulant brusquement celui-ci dans le briquet physique; mais il n'est pas susceptible de compression lorsqu'il rayonne librement en tous sens dans le vide, avec une vitesse égale, peut-être, si ce n'est supérieure, à celle de la lumière.

Dans cet état de choses, on ouvre le robinet de communication entre le récipient vide et l'air extérieur; à l'instant, celui-ci chargé de la pression atmosphérique se rue dans cette cavité, où n'éprouvant aucune résistance, il se dilate considérablement en entrant; la première dose de calorique qu'il y apporte se trouvant tout à-coup disséminée dans l'espace beaucoup plus grand qu'occupe cet air brusquement dilaté, perd de sa densité relative; et la température du récipient commence par s'abaisser en conséquence.

Cependant, l'air continue d'affluer dans le récipient, en y apportant toujours son calorique spécifique; et finalement il remplit le volume naguères occupé seulement par le vide. Alors. le récipient contient comme deux de calorique : 1.°; celle qui rayonnant dans le vide lui procuroit sa température, avant l'introduction de l'air; 2.°, le calorique spécifique apporté par l'air, qui en est imprégné. Cette introduction graduée, commence par faire cesser le froid qu'avoit produit la brusque dilatation des premières doses d'air entrant; puis

deg. et demi en faveur du froid; elle devient nulle au moment où l'air intérieur est capable de soutenir quatre pouces de mercure, et paroît continuer à être nulle, jusqu'au moment où il est entré assez d'air pour soutenir six pouces de mercure. A partir de cette époque, jusqu'à-ce que l'air soit totalement rentré, la différence est en faveur de la chaleur, parce que l'effet de condensation de l'air entrant, sur l'air déjà entré, produit plus de chaleur que la dilatation de ce même air entrant, ne produit de froid.

Il est à remarquer que la chaleur totale produite a toujours été plus considérable que le froid ne l'étoit; ce effet peut dépendre, en partie, de ce que l'ascension du thermomètre étant produite par la rentrée de l'air, la pression atmosphérique sur la boule a une influence que nous n'avons pu éviter, à cause de la difficulté de mettre tout entier dans le vide un thermomètre ouvert à son extré-

---

elle procure dans le récipient, à mesure qu'il achève de se remplir d'air, uue quantité additionnelle de chaleur qui explique l'ascension finale du thermomètre quand l'air est rentré en totalité.

Quand le courant d'air est produit par une pression considérable, et si cet air arrive, non (comme dans l'expérience) dans un récipient d'un volume donné et dont les parois sont lentement perméables au calorique, mais dans un espace indéfini, ce qui a lieu, par exemple, au jet d'une pompe foulante, dans laquelle l'air a éprouvé une grande condensation, on n'apperçoit alors que le premier des deux phénomènes signalés tout-à-l'heure, celui du froid produit; ce froid atteint souvent le terme de la congelation, et procure des glaçons si l'air sortant est imprégné de vapeur aqueuse; on n'obtient pas dans ce cas le second résultat, parce que le jet ayant eu lieu à l'air libre, aucune paroi ne contient, dans cette supposition, le calorique qu'apporte l'air comprimé; il se raréfie, en même temps que l'air se dilate, et à la mesure de cette dilatation brusque; et le froid produit est la conséquence naturelle et immédiate de cette raréfaction. (R)

mité, en conservant la condition nécessaire que sa boule fut en même temps isolée au milieu du récipient.

Nous avons été curieux d'examiner ce qui auroit lieu en faisant entrer dans le vide différens gaz au lieu d'air ordinaire. Une vessie pleine d'hydrogène a été mise en communication avec le tuyau qui entre dans le récipient; en ouvrant le robinet, l'hydrogène a produit par son entrée dans la cloche un abaissement du thermomètre un peu moindre, que celui qui étoit provenu de l'entrée de l'air ordinaire. Cet abaissement s'est arrêté à peu près au moment où le gaz intérieur a pu soutenir quatre pouces de mercure; et comme dans le cas de l'air ordinaire, le thermomètre s'est mis à remonter, à partir du moment où l'hydrogène entré a pu soutenir six pouces de mercure.

Cette expérience nous a fourni une remarque curieuse. Si après avoir introduit dans la cloche une quantité d'hydrogène capable de soutenir plus de six pouces de mercure, on fait entrer l'air ordinaire au lieu d'hydrogène, le thermomètre, qui avoit déjà remonté d'une certaine quantité (2° environ) s'arrête tout d'un coup, et redescend à-peu-près de la même quantité. Puis, l'air continuant d'entrer, il se met à remonter. Ce phénomène nous paroît pouvoir s'expliquer par la considération, que l'hydrogène ayant une moins grande capacité pour le calorique, que l'air ordinaire, en prend moins en se dilatant, que par conséquent lorsque de l'air ordinaire entre dans une atmosphère d'hydrogène dilaté, il ne trouve pas tout le calorique qu'exige sa dilatation, dans celui qu'il exprime en comprimant ce gaz; il prend donc de la chaleur aux corps ambians et entr'autres au thermomètre (1).

Remarquons en outre que c'est probablement à cette moindre capacité de l'hydrogène pour le calorique, qu'est dû le moindre abaissement du thermomètre, dans le cas où l'on

(1) A égal volume, la capacité de l'hydrogène pour le calorique est 0,9033 celle de l'air étant 1,000.

introduit ce gaz dans le vide, que dans celui où l'on y fait entrer de l'air ordinaire.

De l'acide carbonique, au contraire, dont la chaleur spécifique est plus considérable que celle de l'air, a produit par son entrée dans le vide un abaissement du thermomètre un peu plus considérable (1).

L'appréciation juste et précise de toutes les circonstances que nous venons d'indiquer, comme ayant lieu, quand on introduit différens gaz dans le vide, pourroit peut-être servir à jeter encore plus de jour sur le sujet difficile et délicat de la détermination de la chaleur spécifique des gaz. Nous comptons, à cet effet, répéter les expériences ci-dessus avec la plupart des divers gaz connus, en tâchant de porter dans le détail de ces observations toute l'exactitude dont elles sont susceptibles.

Avant de terminer ce Mémoire, nous remarquerons que l'on peut produire, par l'entrée de l'air dans le vide, un froid plus considérable que celui que nous avons indiqué avoir lieu dans nos expériences précédentes. Nous y sommes parvenus de deux manières : la première consiste à faire entrer dans la cloche vide d'air, de l'air condensé au lieu d'air ordinaire ; l'air condensé ayant en effet perdu par la condensation une partie de son calorique, tend à en reprendre par conséquent davantage, lorsqu'il est forcé de se dilater ; nous avons ainsi fait descendre un thermomètre un peu plus de 4 degrés au-dessous de ce qu'il étoit au moment, où l'air commence à entrer.

La seconde manière de produire un froid plus grand, consiste à ne permettre l'introduction de l'air que jusqu'au moment où le thermomètre ne baisse plus, c'est-à-dire, lors-

(1) A égal volume, la capacité du gaz acide carbonique pour la chaleur, est 1,2583 celle de l'air étant 1,000.

que l'air entré dans le récipient peut soutenir quatre pouces de mercure. Au moyen de la pompe on soustrait aussi vîte que possible l'air déjà entré, opération pendant laquelle le thermomètre reste stationnaire, parce que le froid produit en faisant le vide, compense la chaleur qui arrive à la boule du thermomètre, de la part des corps environnans. Le vide fait, on laisse de nouveau entrer de l'air qui fait descendre encore le thermomètre; puis on fait une troisième fois le vide; et ainsi de suite. Nous avons ainsi fait descendre le thermomètre depuis 8°, à 2° au-dessus de zéro, et nous ne doutons pas, qu'avec une pompe avec laquelle on feroit le vide très-rapidement, on ne pût produire un froid assez intense, sur-tout si l'on faisoit entrer chaque fois dans le vide de l'air condensé, au lieu d'air ordinaire.

Nous comptons essayer d'ajouter ces nouveaux moyens de produire le froid à ceux, déjà connus, dûs à l'évaporation dans le vide; et peut-être obtiendrons-nous quelques résultats intéressants.

En résumé, nous nous croyons autorisés à conclure d'après les expériences contenues dans ce Mémoire :

1.° Que la pression atmosphérique exerce une influence sur le volume de la boule des thermomètres; résultat qui confirme pleinement l'hypothèse de Mr. Flaugergues.

2.° Que dans les expériences dans lesquelles cette influence peut se faire sentir, il convient de se servir, autant qu'il est possible, de thermomètres ouverts à leur extrémité supérieure.

3.° Qu'en tenant compte de cette influence, il y a effectivement production de froid en faisant le vide, quoiqu'en moindre quantité qu'on ne l'avoit cru jusqu'ici.

4.° Qu'en faisant entrer l'air et les gaz dans un récipient vide, il y a d'abord production de froid, puis ensuite à mesure que l'air se condense davantage dans l'intérieur du

récipient, production de chaleur; fait sur lequel nous insistons le plus, parce qu'on avoit cru jusqu'ici qu'il n'y avoit que production de chaleur dans cette expérience.

5.° Que diverses modifications peuvent rendre plus intense, le froid produit au moment de la rentrée de l'air dans le vide.

MÉTEOROLOGIE.

SUITE DES OBSERVATIONS QUI TENDENT A MONTRER L'ÉTENDUE et la simultanéité des grandes variations de la pression atmosphérique à des distances horizontales très-considérables.

L'INTÉRÊT que nous avons mis à consigner dans notre Recueil les *maxima* et *minima* de la pression atmosphérique observés en divers lieux, nous a procuré des communications de ce genre dont nous nous faisons un devoir de continuer l'insertion; persuadés que nous sommes que la météorologie n'offre guères de phénomène dont l'explication soit plus difficile, et les conséquences plus importantes, que la presque simultanéité des grandes modifications de la pression atmosphérique qui ont lieu à des distances horizontales si considérables, et souvent par des temps si calmes, qu'aucun mouvement supposé de translation de l'air ne peut les expliquer.

Le savant Prof. de Physique dans l'Académie de Strasbourg, Mr. Herrenschneider, dont nous avions déjà cité quelques observations, nous a adressé directement les suivantes.

« La descente considérable du baromètre qui eut lieu dans les derniers jours de l'année 1821, est un phénomène trop remarquable (dit-il), pour ne pas trouver place dans nos

fastes météorologiques. Il descendit plus bas qu'on ne l'eût vu depuis le commencement du siècle actuel. La colonne mercurielle parvint à son *minimum* par une suite d'oscillations qui, depuis le 17 décembre à midi où elle avoit sa hauteur moyenne de 27 p. 9 lig. jusqu'au 23 du mois à dix heures du soir, lui firent éprouver trois dépressions, suivies d'autant d'ascensions. Elle s'abaissa ensuite presqu'uniformément, pendant toute la journée du 24 décembre. Voici les hauteurs observées à diverses heures, (réduites à la température du zero de l'échelle de correction de De Luc = 10 R.)

	h.	p.	l.
Décem. 24	6 mat.	27	3,4
	midi	—	1,3
	4	26	11,0
	8	—	8,8
	10	—	6,7
	11	—	6,5
	11 ½	—	5,7
	minuit	—	5,5
25	1 mat.	—	5,5
	5 ½	—	5,5
	7 ½	—	5,3

A partir du minimum, qui eut lieu à 7 h. ½ du matin, le baromètre remonta lentement pendant la journée; on observa :

midi	26	6,5
4	—	7,9
8	—	9,0
10	—	9,0

Après avoir un peu baissé la nuit suivante, le baromètre continua de monter jusqu'au 27 à dix heures du soir, où il atteignit un *maximum* de 27 p. 3,3 l.; il redescendit considérablement le 28, jusqu'à un *minimum* de 26 10,3 qui eut lieu le 29 au matin, et après lequel il s'éleva uniformément

On ne peut comparer à l'abaissement de cette année que celui du 25 mars 1820 au matin, où le baromètre descendit seulement à 26 8,7 ; les autres minima de ce siècle sont tous au-dessus de 26 9,2 dépression qui eut lieu le 12 janvier 1806. »

» La forte descente du 25 décembre, ne fut accompagnée à Strasbourg d'aucune circonstance bien remarquable ; la journée du 24, pendant laquelle le baromètre descendoit avec une rapidité extraordinaire, se distingua par un calme continuel ; le vent de S. E. qui soufloit foiblement à midi, passa à l'est dans l'après-midi et la soirée ; la nuit il passa au sud, mais sans bourrasques ; celles-ci n'arrivèrent que dans la soirée du 28, où la seconde descente du baromètre eut lieu ; les coups de vent de sud et sud-ouest, qui chez nous, prennent presque exclusivement cette direction, continuèrent dans la nuit du 28 au 29 et pendant toute la journée suivante. »

» La nuit correspondante au grand abaissement (du 24 au 25 décem.) fut assez pluvieuse : on vit des éclairs au sud et sud ouest. Les eaux grossirent le lendemain et les jours suivans, au point que toutes les parties basses hors des portes de la ville, étoient encore inondées le 30.

Cependant il n'étoit tombé à Strasbourg depuis le 24 au 29, que 34,92 millim. ou 15,48 lig. d'eau, ce qui prouve que les rivières ont amené des eaux tombées plus abondamment dans le haut Rhin et dans les Vosges. Le thermomètre, qui le 17 étoit à $-1\frac{1}{4}$ a constamment monté depuis cette époque, jusqu'à un maximum de $+8^{\circ}$. L'hygromètre à cheveu se maintint pendant ce même intervalle entre $91\frac{1}{2}$ et 96 de son échelle, résultat fort rapproché de celui observé pendant tout le mois de décembre. »

» L'aiguille aimantée n'a rien eu d'extraordinaire dans ses oscillations journalières pendant cette variation remarquable du baromètre. »

» L'année 1821, qui nous a montré le minimum de la hauteur barométrique observée dans ce siècle se distingue encore par le phénomène opposé. Le 6 février à midi, le baromètre atteignit la hauteur de 28 p. 7,5 lig., *maximum* barométrique à Strasbourg, dans le même intervalle. On ne l'avoit vu, jusqu'à cette époque, qu'à 28 p. 5,0 lig. le 16 novembre 1805. »

» La différence de la pression atmosphérique entre ces deux limites extrêmes d'oscillation barométrique naturelle en 1821, correspondroit, à-peu-près, à l'effet que produiroit sur le baromètre une ascension de 2060 pieds ; c'est-à-dire, une bauteur très-peu différente de celle du *Mennelstein*, montagne située derrière Barr, au-dessus du niveau de Strasbourg. Aiusi on respiroit à Strasbourg, comparativement, le 6 février, et le 25 décembre, sous la pression qu'on auroit éprouvé au pied, et sur les hauteurs de St. Odile. »

Notre Savant correspondant Don Luigi Linussio, qui réside à Tolmezzo en Frioul, nous a communiqué les observations suivantes, qui lui ont été transmises, les unes de Molfetta dans la Pouille, d'autres, de Stockholm, et d'autres enfin de Palerme ; les premières par D. Giovene, Vicaire-Général à Molfetta, les secondes et troisièmes, par les astronomes attachés aux Observatoires de ces deux dernières villes.

« Le fameux ouragan de la nuit du 24 et du jour suivant 25 décembre 1821, commença à déployer sa violence depuis le mont Sargano, qui forme l'éperon de l'Italie. Au midi de cette chaine on éprouva des bourasques du sud, du sud sud-est, et du sud sud-ouest, mais qui ne furent ni très-extraordinaires ni accompagnées de désastres. Le baromètre, (qui n'est guères qu'à vingt pieds au-dessus de la mer), commença à descendre dans la nuit du 23 au 24, et il continua à s'abaisser pendant toute la journée du 25, jusqu'à 27 7,9, degré qui n'est pas ordinaire. »

» Il est bon d'observer que dès le 23 à 2 heures après midi le therm. (en 80 part.) étoit, à l'ombre, à + 15 ; que le 25, à la même heure, il s'éleva à 16,6 ; et le 26, à 17,6 ; température plus qu'extraordinaire pour la saison (1).

» Ce fut au-delà de Sargano, du côté septentrional, et seulement le long du littoral, que l'ouragan, soufflant du sud-est, fit des ravages et renversa des arbres dans les campagnes du comté de Molise et dans les Abruzzes. On éprouva en même temps dans cette région, deux secousses ondulatoires de tremblement de terre. »

Extrait des observations faites à l'Observatoire de Stockholm sur le maximum et le minimum de la hauteur barométrique en février et décembre 1821.

	7. h. mat.		2 h. ap. m.		9 h. du soir.	
1821	Bar.	Th.	Bar.	Th.	Bar.	Th.
Fév. 6	25,90	+1,5	26,05	+ 4	26,00	+2,0
7	25,77	3,0	25,67	3,5	25,67	3,0
8	25,76	3,0	25,83	4,0	25,78	3,5
Déc. 24	24,98	4,7	25,05	4,5	25,08	3,3
25	25,05	4,7	25,00	4,3	24,73	3,7

(1) Ce fait, d'une température fort élevée pour la saison, qui fut observé presque par tout, et spécialement à Genève, et qui eut lieu simultanément avec la chute extraordinaire du baromètre, est encore un phénomène digne de la plus grande attention, et qui semble indiquer que l'influence inconnue qui produisoit *simultanément* une grande dépression barométrique, du midi de l'Italie jusqu'à Stockholm, et en Ecosse, occasionnoit en même temps dans l'atmosphère un dégagement de calorique très-marqué. La rapidité connue, des mouvemens de l'électrique peut seule mettre sur la voie d'une explication plausible ; et on y est acheminé par l'observation faite dans beaucoup d'endroits, d'éclairs et de tonnerres pendant ce paroxysme de l'atmosphère (R).

» L'échelle du baromètre est divisée en pouces décimaux Suédois, dont 10,941 font 12 pouces de Paris. Le thermomètre est centigrade. Le temps étoit très-beau le 24 et 25 décembre ; et malgré le grand abaissement du baromètre, on n'éprouva ni vent, ni pluie. »

» Le 7 mars 1822, le baromètre descendit jusqu'à 24,57 pouces, abaissement que je regarde comme le plus grand qu'on aît observé depuis bien long-temps. L'eau fut très-élevée dans la Baltique pendant le mois de décembre, à cause du vent qui soufla sans cesse du nord-ouest pendant cinq ou six semaines. »

Extrait des observations faites à l'observatoire de Palerme, du 23 au 29 décembre.

		Barom.	Ther. F.		Vent.
1821.		po. angl.	du bar.	à l'air.	
Déc.	23	29,982	57,9	60,6	N. E.
	24	— 788	58,9	63,1	S. S. O. très-fort.
	25	—,470	59,3	63,8	*Idem.* fort.
	26	—,418	61,5	70,0	S. fort.
	27	—,560	61,5	67,9	S. S. O. très-fort.
	28	—,806	60,7	60,4	*Idem.* *Idem.*
	29	—,632	61,2	58,2	O. S. O. fort.

» Dans la matinée du 24 il s'éleva un vent violent de S.S.O. qui dura tout le jour et toute la nuit d'une manière effrayante (*Spaventosa*). Il devint ensuite un peu moins fort jusqu'au 27 au matin, époque à laquelle il reprit sa première violence jusqu'à midi, puis il s'adoucit jusqu'au 29 à 5 h. du soir ; alors il redoubla en véritable tempête, avec pluie, neige, éclairs et tonnerres, le vent passant à l'ouest nord-ouest. »

» Quant à l'abaissement du baromètre, il n'eut rien de bien remarquable ; on le voit souvent, dans le cours d'une

année à 29,4 (mesure anglaise). Le baromètre et les thermomètres sont du célèbre Ramsden et leur station dans l'Observatoire est élevée de 258 pieds au-dessus de la mer. »

» L'Etna n'a rien offert de remarquable pendant l'intervalle compris dans le tableau ci-dessus. »

Observations faites à Strasbourg par Mr. le Prof. HERRENSCHNEIDER, *sur le caractère des deux premiers mois de l'hiver, dont nous sortons à peine au mois d'avril* (1).

Strasbourg 5 *février* 1823.

» Les deux mois décembre et janvier derniers, sont remarquables, moins par la rigueur du froid (car nous en avons eu souvent de plus âpres), que par la série longue et non-interrompue, des jours de gelée. Le froid qui commença le huit décembre ne discontinua pas jusqu'au vingt-six janvier ce qui fait monter à cinquante les jours de gelée non-interrompue, circonstance météorologique bien rare à Strasbourg. Dans l'hiver de 1798, le froid dura seulement pendant trente-quatre jours consécutifs (du 21 décembre au 23 janvier), mais il fut porté à un maximum bien rare dans notre climat, c'est-à-dire, à — 19 $\frac{3}{4}$ R., par un vent de nord-est fort. Dans les cinquante jours de gelée continuelle qu'on vient de signaler le thermomètre n'est pas descendu au-dessous de — 10. Le 27 décembre il marqua, au lever du soleil — 8 $\frac{3}{4}$; le 28, — 9 $\frac{1}{2}$; et le 31, — 10; le vent soufflant respectivement, du sud-est, du nord-est, et de l'ouest. Dans la première moitié de janvier, le thermomètre oscilla entre — 3 $\frac{1}{2}$ et — 7 $\frac{3}{4}$; le 15 au matin on le vit encore à — 10; et

(1) Ces observations avoient été insérées par extrait dans notre cahier de février, mais ne les ayant pas eues alors de source, il s'y étoit glissé des inexactitudes, que nous saisissons avec empressement l'occasion de rectifier d'après la communication directe dont nous avons l'obligation à l'auteur (R).

le 23, au lever du soleil, à — 11; ce fut le maximum de froid. Le vent passa au sud le 27, et amena le dégel, lequel se termina par une grande débacle. Il tomba pendant ce dégel 17,24 millim. ou 7,64 lig. d'eau. L'hygromètre à cheveu de De Saussure oscilla pendant les cinquante jours de gelée, entre 91 et 97° de son échelle (centesimale) et le 30 janvier, jour du dégel le plus rapide, l'humidité de l'air ne différoit que de 1° de l'humidité absolue, ou extrême, représentée par 100° dans ce même appareil. »

»Le baromètre, depuis le 9 janvier au soir, fut constamment au-dessous du *variable*, ou de son terme moyen, savoir, 27 p. 9 l. à la température de + 10 R. pour Strasbourg. Il étoit à 27 p. 8 l. le jour du plus grand froid, mais pendant le dégel il éprouva des dépressions presque continuelles. Le 31 janvier au soir, il étoit a 27 p. 0,l.2 et il continua le lendemain à descendre presque uniformément. Voici sa marche. »

Fév.	h.	p.	l.	
1	8 mat.......	26	11,0	
	midi........		10,7	
	4 h.........		9,8	
	10		9,1	
2	8 mat.......		7,9	
	midi........		6,6	
	2 h.........		5,8	*minimum*; qui ne
	4		5,9	diffère de celui du
	8		6,3	25 déc. que d'une
	10		6.6	demi ligne.
3	7 mat.......		8,9	
	midi........		10,2	
	4 h........		11,0	
	10	27	0,6	
4	midi		5,8	

» Ces grandes oscillations du baromètre se sont manifestées sans être précédées ou suivies d'autres circonstances remarquables ; le temps étoit presque toujours calme ; le ciel, nuageux et couvert, n'étoit percé par les rayons du soleil que pour quelques momens à midi. L'aiguille aimantée n'a montré que ses variations diurnes ordinaires. »

Nous ajouterons aux remarques qui précèdent sur le caractère de l'hiver, que sa température moyenne froide s'est soutenue pendant le reste de février et tout le mois de mars, et plus particulièrement dans la partie méridionale de l'Europe. La végétation en est retardée, et quelques personnes s'en inquiètent. Elles se rassureroient peut-être en lisant dans nos registres météorologiques que le 17 avril 1785, on ne pouvoit pas encore aller de la ville à la campagne à *cause de la quantité énorme de neige dont les routes étoient encombrées ;* et cependant cette année ne le céda à aucune des précédentes en fertilité.

GÉOGNOSIE.

Essai géognostique sur le gisement des roches dans les deux hémisphères. Par Alexandre de Humboldt. Paris chez *Levrault* 1823. Un Vol. in-8.°

Nous regrettons d'avoir passé trop rapidement, dans notre Extrait précédent, sur les considérations relatives à la branche zoologique de la géognosie; elle offre un grand intérêt par les nombreux et importans problèmes qu'elle présente, et dont la solution appartient plus particulièrement à la géologie. Ils ont rapport à la géographie des animaux dont les races sont éteintes, et ils donnent lieu à une foule de questions de zoologie géognostique, presque toutes très-curieuses, que l'auteur expose avec une fertilité et un détail qui montrent combien il a médité profondément ce sujet. Quelques-unes de ces questions s'étoient offertes aux naturalistes il y a déjà un siècle et demi; à cette époque, Lister, et Stenon, distinguèrent déjà très-bien les roches dites *primitives*, parce qu'elles ne renfermoient jamais de débris organiques; et les secondaires, superposées aux premières, et remplies de ces débris (1). Ce dernier admit, pour le sol de la Toscane, à la manière des géologues modernes, six grandes époques de la nature (2), selon que la mer inonda périodiquement les continens, ou qu'elle se retira dans ses anciennes limites. « Mais, au temps de Lister et de Stenon (comme le dit l'auteur) les zoologistes ne connoissoient pas les roches, et les géognostes étoient entierement étrangers à l'histoire des

(1) *Turbidi maris sedimenta ibi invicem imposita.*

(2) *Sex distinctæ Etruriæ facies ex præsenti facie Etruriæ collecta.*

mieux

animaux. » Aujourd'hui, on en sait beaucoup davantage sur la zoologie vivante, et sur la fossile. Toutefois, l'auteur repousse les conclusions trop absolues qu'on pourroit être tenté de tirer de la valeur des caractères zoologiques, loin de nier, d'autre part, les services importans que l'étude approfondie des corps organisés fossiles rend à la géognosie, si on considère celle-ci sous un point de vue philosophique, et si en ne se bornant pas à la recherche des caractères diagnostiques, on l'étend jusqu'à l'ensemble des rapports sous lesquels on peut considérer chaque formation, savoir: 1.° Son gisement. 2.° Sa composition chimique, et le mode particulier d'aggrégation plus ou moins cristalline de ses molécules, c'est-à-dire, en un seul mot, sa constitution orychtognostique. 3.° L'association des différens corps jadis organisés, qu'on y trouve enfouïs. Sans doute, la superposition des masses pierreuses hétérogènes nous révèle l'ordre successif de leur formation; mais, comment ne pas nous intéresser aussi à connoître l'état de la nature organique aux différentes époques auxquelles les dépôts appartiennent. Sur une surface de plusieurs milliers de lieues carrées, (en Thuringe et dans tout le nord de l'Allemagne) sans recourir aux caractères zoologiques, on a reconnu neuf formations superposées; celle de calcaire de transition — de grauwacke — de grès rouge — de zechstein avec schiste bitumineux — de gypse muriatifère — de grès à oolithes—de gypse argileux — de muschelkalk — et de grès blanc (*quadersandstein*); ces formations ont été reconnues comme distinctes sans recourir à l'emploi de caractères zoologiques; mais il ne s'ensuit pas que la connoissance particulière des débris organiques contenus dans chacune de ces formations, ne soit indispensable pour offrir un tableau complet et véritablement géognostique. »

Entre les caractères zoologiques appliqués à la géognosie, l'absence complète de certains fossiles caractérise souvent mieux

mieux les formations que ne le fait leur présence. Il en est ainsi des roches de transition. On n'y trouve généralement que des fossiles dont les espèces (non identiques, mais analogues) se rencontrent dans des couches secondaires très-modernes ; mais, ces roches de transition sont privées de bien d'autres dépouilles de corps organisés, qui paroissent en abondance au-dessus du grès rouge.

Il faut prendre garde, dans ces comparaisons et les conséquences qu'on pourroit, trop hâtivement, chercher à en déduire, que les formations qui sont dépourvues de coquilles dans une région peuvent en offrir dans une autre; et qu'une formation identique peut en montrer dans une partie et en être privée dans une autre. Ainsi, dans la Description géologique des environs de Paris, Mr. Brongniart a, très à propos, réuni dans une même formation les meulières sans coquilles, avec celles qui sont comme pétries de coquilles d'eau douce. Il n'est pas rare qu'une même couche offre un mélange de productions marines et d'eau douce, tantôt stratifiées à part, tantôt entassées pêle-mêle. La zoologie actuelle présente des faits analogues ; MM. Gilet, Laumont et Beudant ont fait des observations intéressantes sur ces mélanges ; et Mr. Beudant a accoutumé des mollusques fluviatiles à vivre dans l'eau salée, Notre illustre voyageur a vu, sur les côtes de la terre ferme de l'Amérique méridionale, des crocodiles s'avancer loin dans la mer. Enfin il faut reconnoître que la distinction entre les coquilles fossiles fluviatiles, et marines, est très-délicate et difficile; l'auteur annonce que le travail de Mr. de Ferussac jettera beaucoup de jour sur cet objet intéressant.

Mr. de H. ne considère point le grand phénomène de l'inclinaison des strates ou couches, comme un caractère géognostique ; il convient bien que le défaut de parallélisme dans la direction et l'inclinaison de deux couches est le plus sou-

vent un indice évident de l'indépendance de leurs formations; « mais, dit-il, en embrassant sous un même point de vue, de vastes étendues du globe, les Alpes, les montagnes métallifères de la Saxe, les Apennins, les Andes de la Nouvelle Grenade et les Cordilières du Mexique, on observe que l'inclinaison des strates n'augmente pas du tout (comme on le répète encore souvent dans des ouvrages très-estimés) selon l'âge des formations. Il y a quelquefois, et sur des étendues de terrain très-considérables, des couches presque horizontales parmi des roches très-anciennes; bien plus, ces phénomènes s'observent plutôt parmi les roches primitives que parmi les roches de transition; et, dans les premières, plutôt parmi les gneiss et les granites stratifiés que parmi les thonschiefer et les micaschistes..... l'horizontalité des strates n'est bien générale et bien prononcée qu'au-dessus de la craie, dans les terrains tertiaires, par conséquent dans des masses d'une épaisseur comparativement peu considérable. »

Fidèle à la circonscription du sujet indiquée par son titre, l'auteur évite d'aborder la grande question géologique que présente le phénomène de l'inclinaison des couches, c'est-à-dire, si elles ont été relevées, ou enfoncées? Il signale seulement aux observateurs deux circonstances très-differentes, savoir, la position de ces couches dans la proximité d'une haute chaîne de montagnes traversées par des vallées longitudinales, ou transversales, et leur position loin de toute chaîne de montagnes, au milieu des plaines ou des plateaux peu élevés. « Dans le premier cas, dit-il, les effets du relèvement paroissent souvent incontestables, et les couches inclinent assez généralement vers la chaîne, c'est-à-dire au sud, sur la pente septentrionale des Alpes, et au nord, mais moins régulièrement, sur la pente méridionale. Mais, à de grandes distances de la chaîne, celle-ci paroît influer seulement sur la direction des couches, et non sur leur inclinaison. »

Dès l'annee 1792 (l'auteur entroit alors dans la carrière dans laquelle il s'est illustré) il avoit été frappé de ce parallélisme des couches, ou plutôt, dit-il, de leur *loxodromisme* (1) très-évident dans les montagnes de roches stratifiées qu'il habitoit dans sa première jeunesse ; et cette recherche eut tant d'attrait pour lui qu'elle devint un des motifs les plus puissans de son voyage à l'équateur. Il retrouva sur les côtes de Venezuela et dans les bassins de l'Orénoque, du Rio Negro, et de l'Amazone, le même parallélisme et la même direction absolue qu'il avoit remarqués en Saxe, c'est-à-dire, N.E. ou S.O. Le résultat de quatre années d'observations dans les Cordilières, est que, « dans des régions d'une étendue très-considérable, quelquefois sur plusieurs milliers de lieues carrées, la direction des chaînes, et plus rarement l'inclinaison des strates, ont été déterminées par un système de forces particulier. On y découvre, à des distances très-grandes, un *parallélisme de couches*, une direction, dont le type se manifeste au milieu des perturbations partielles, et qui reste souvent le même dans les terrains primitifs et de transition. Cette identité de direction s'observe plus fréquemment loin des hautes chaînes alpines très-élevées que dans ces chaînes même, où les strates se trouvent contournés, redressés, et brisés. Assez généralement, et ce fait avoit déjà frappé Mr. Palasson (*Essai sur la minéralogie des Pyrénées* 1781) et même Mr. De Saussure (*Voy. dans les Alpes*, §. 2302) la direction de couches très-éloignées des chaînes principales suit la direction de ces chaînes de montagnes.

Ici se trouve une page entière d'auteurs de tous pays cités à l'appui de cette observation; « cette direction commune (dit Mr. de H.) des couches primitives, et de transition,

(1) La courbe, dite loxodromique, coupe successivement tous les méridiens sous un angle constant. (R)

n'est pas un petit phénomène de localité, c'est, au contraire, un fait indépendant de la direction des chaînes secondaires, de leurs embranchemens, et de la sinuosité de leurs vallées; un phénomène dont la cause a agi d'une manière uniforme, à de prodigieuses distances, par exemple, dans l'ancien continent, entre le 43e et le 57° de latitude, depuis l'Ecosse jusqu'aux confins de l'Asie. Quelle est cette influence apparente des hautes chaînes alpines sur des couches qui, quelquefois, en sont éloignées de plus de cent lieues? J'ai de la peine à croire que la même catatrophe ait soulevé les montagnes et incliné les strates dans les plaines, de sorte que la tranche de ces strates, jadis tous horizontaux, aujourd'hui tous inclinés de 50 à 60°, et formant la surface du globe, se seroit trouvée à de grandes profondeurs. Les chaînes de montagnes alpines ont-elles été soulevées? Sont-elles sorties (semblables à cette rangée de cîmes volcaniques dans les plaines de Jorullo, entre la ville de Mexico et les côtes de la mer du Sud) sur des crevasses, formées parallèlement à la direction de couches inclinées, déjà préexistantes?»

Cette question est, dira-t-on, du ressort de la géologie: sans doute; aussi l'auteur se contente-t-il de l'énoncer, sans essayer de la résoudre (1).

(1) Ce grand phénomène, et la question qu'il suggère, s'offrit à nous en 1894, dans un ouvrage sur les Etats-Unis(*), que rédigeoit alors un auteur anquel nous sommes unis par les liens les plus étroits du sang, de l'amitié, et de l'intérêt (collaborateur, comme nous le sommes, dans ce Recueil). Il parloit de la chaîne de montagnes qui, dans l'Amérique septentrionale, court, sur un espace de neuf cents milles, du nord-est au sud-ouest, comme le

(*) *Tableau de la situation actuelle des Etats-Unis d'Amérique*, *par* C. PICTET, *Paris*, 1795.

L'auteur termine l'*Introduction* qui nous a fourni la matière de deux Extraits et que nous n'avons guères qu'effleurée, par l'hommage suivant, rendu à la mémoire de Werner.

---

font les principales chaînes de l'ancien continent, dans les mêmes latitudes : La conversation qui s'engagea sur cet objet, donna lieu à une note, qu'il inséra dans son ouvrage (tom. I, pag. 125.), et qui présente un essai d'application de ce parallèlisme si remarquable.

Nous allons la transcrire textuellement :

« Au vaste champ de conjectures, sur lequel les amateurs de » Géologie exercent leur imagination, me sera-t-il permis d'ajou» ter une idée que m'a suggérée la direction de ces chaînes. »

» Nous les voyons, dans les latitudes moyennes de l'Amérique » Septentrionale, affecter, sur une étendue de trois cents lieues, » un parallélisme très-marqué, qui semble indiquer l'action d'une » cause commune. »

» Il est à remarquer, de plus que leur direction est oblique » au méridien en courant du nord-est au sud-ouest. On trouve » en Europe, sous les latitudes moyennes, les chaînes des Alpes, » du Jura, des Monts Krapack, qui affectent le même parallé» lisme et la même obliquité au Méridien ; on retrouvera ce même » phénomène en Asie, si l'on jette les yeux sur la belle Carte » de Russie, qui accompagne les Voyages de Pallas. Cette Carte » montrera, de plus, que, dans les hautes latitudes, en ap» prochant du Cercle polaire, les grandes chaînes redeviennent, » pour la plupart, parallèles au Méridien ; et l'on sait, d'un autre » côté, que la chaîne des Cordilières, la seule des chaînes » Equatoriales qui soit bien connue, est aussi parallèle au Mé» ridien. »

» Si des observations nombreuses venoient encore à l'appui de » celles-ci, ne seroit-on pas acheminé à conjecturer que les grandes » chaînes du Globe furent contemporaines à la création de notre » Planète, mais autérieures à sa rotation, et disposées, en gé» néral, dans une direction perpendiculaire à celle de la ro» tation future. »

« Il avoit, dit-il, enseigné le premier l'art de reconnoître et d'observer les *formations*. C'est par l'application de cet art que la géognosie est devenue une science positive. Recon-

---

» Qu'à l'époque où cette rotation commença, il s'établit une » lutte entre quatre forces : la force centrifuge, la pesanteur, la » cohésion, et l'inertie. »

» Qu'en supposant que l'adhérence de ces chaînes à la masse » sur laquelle elles reposent, fût peu considérable, elles ont dû, » en général, par l'effet de l'inertie, tendre à rester en arrière dans » la rotation du Globe : mais cet effet a dû être produit d'une » manière inégale. »

» Car, dans les régions Equatoriales, où la vitesse de rotation » est très-rapide, et surpasse celle d'un boulet de canon, les » Montagnes ont dû tendre à rester plus en arrière qu'ailleurs ; » et comme les rayons de rotation, ou les cosinus des latitudes, » varient peu dans la zône Equatoriale, la chaîne entière a dû » garder, d'ailleurs, sa direction primitive, mais non pas sa si- » tuation relative ; telles sont les Cordilières. »

» Dans les régions polaires, où la pesanteur est plus grande, » et la vîtesse de rotation beaucoup moindre, la pesanteur et la » cohésion réunies ont pu l'emporter sur l'inertie, et faire garder » aux grandes chaînes leur direction méridienne primitive, mal- » gré la rotation. »

» Mais dans les latitudes moyennes, où la vîtesse de rotation » étoit en même temps assez considérable, et sujette à un dé- » croissement sensible dans les Zônes contiguës, chaque partie » de la chaîne soumise à la rotation tendoit d'autant moins à res- » ter en arrière, par son inertie, qu'elle étoit plus éloignée de » l'Equateur, et la chaîne entière a dû prendre, par cette diffé- » rence progressive, une direction oblique du nord-est au sud- » ouest. »

» La disposition générale des deux grands Golphes que présente » le Globe Terraquée, savoir, celui du Mexique, et celui com- » pris entre la Côte du Japon et la Nouvelle-Hollande, sembleroit

noissant que sa véritable gloire se fondoit plutôt sur la découverte des principes de la science, sur l'instrument qu'il falloit employer, que sur les résultats obtenus à telle ou telle époque, Werner ne chérissoit pas moins ceux de ses élèves qui ne partageoient pas son opinion sur l'âge relatif et sur l'origine de plusieurs terrains. Ce n'est qu'en soumettant à l'observation une plus grande partie du globe, que le type des formations a pu être à la fois agrandi et simplifié. On l'a

---

» encore indiquer que la partie la plus relevée de la Zône Equa-
» toriale est, en général, restée en arrière lorsque la rotation a
» commencé. »

» Rien de plus vague, sans doute, que ces conjectures; aussi
» n'est-ce qu'avec la plus extrême défiance que je les hasarde
» auprès des Géologistes. » M. A. P.

En relisant cette note, écrite il y près de 30 ans, nous nous persuadons qu'on pourroit représenter l'effet, et donner ainsi un degré de probabilité à la cause, par une expérience assez facile. Il faudroit revétir un noyau sphérique de bois, susceptible d'être adapté à un appareil de rotation plus ou moins rapide, d'un nombre de saillies de glaise un peu molle, disposées comme les côtes d'un melon, ou comme les méridiens d'un globe terrestre; la surface ligneuse demeurant, d'ailleurs, assez humectée pour que les côtes en question pussent glisser sans l'abandonner, en prenant l'état d'équilibre qui résulteroit des forces agissant simultanément dans la rotation à laquelle on soumettroit le globe autour d'un axe horizontal, passant par les deux points d'intersection de ses méridiens, points qui représenteroient les pôles. Nous serions bien trompés si ces sillons relevés, représentant les chaînes primitives, ne se disposoient pas, par l'effet de cette rotation, conformément aux directions observées; c'est-à-dire, que les portions équatoriales et polaires demeureroient parallèles aux méridiens, et que dans les régions correspondantes aux latitudes moyennes, ces sillons prendroient l'obliquité remarquée dans la nature. (R)

rendu plus conforme à la constitution géognostique des continens, considérés sous un point de vue général. »

Ici l'auteur indique rapidement les principales formations dont nous connoissons d'une maniere assez exacte le gisement dans les deux continens; il termine cette énumération par les réflexions suivantes.

« A mesure, dit-il, que l'on s'élève à des idées plus générales, le tableau des formations, tout en devenant plus vaste, et (nous osons le croire) plus vrai, satisfait moins ceux qui voudroient y trouver, fortement prononcés, les traits individuels, la physionomie locale, de la région qu'ils habitent. Mais ces traits individuels, cette physionomie locale, ne peuvent y être conservés que comme de simples variations d'un type général, comme des modifications particulières des grandes lois de gisement. Quelque incomplète que soit encore la connoissance de ces lois, nous pouvons du moins nous flatter d'avoir déjà acquis, par les travaux réunis de nos contemporains, la certitude qu'il en existe de constantes et d'immuables, au milieu du conflict des perturbations locales. »

Entrant ici dans les détails d'exécution de son plan, l'auteur ne nous permet plus de le suivre dans un Extrait. Ces détails sont immenses, et classés avec beaucoup de sagacité. Nous nous bornerons à en transcrire le *Tableau synoptique*; il donnera une idée de l'étendue de l'objet, et de l'ordre suivi dans les développemens; il terminera un travail que nous quittons à regret.

TABLEAU *des formations observées dans les 2 hémisphères* (1).

TERRAINS PRIMITIFS.

I. *Granite primitif.*

Granite et Gneis primitifs.

---

(1) Des chiffres romains précèdent les noms des formations qui, rarement supprimées, et par conséquent le plus généralement répandues, peuvent servir *d'horizon géognostique*.

Granite stannifère.

Weisstein avec Serpentine.

II. *Gneis primitif.*

Gneis et Micaschiste.

Granites postérieurs au Gneis, antérieurs au Micaschiste primitif.

Syénite primitive.

(*Les cinq dernières formations, placées entre le gneis et le micaschiste primitifs, sont des formations parallèles.*)

Serpentine primitive.

Calcaire primitif.

III. *Micaschiste primitif.*

Granite postérieur au Micaschiste, antérieur au Thonschiefer.

Gneiss postérieur au Micaschiste.

Grünstein-Schiefer.

IV. *Thonschiefer primitif.*

Roche de Quartz primitive (avec masses de fer oligiste métalloïde.)

Granite et et Gneiss postérieur au Thonschiefer.

Porphire primitif.

V. *Euphotide primitive, postérieure au Thonschiefer.*

(*Les quatres dernières formations sont des formations parallèles entre elles, quelquefois même au Thonschiefer primitif.*)

TERRAINS DE TRANSITION.

Vues générales.

Types de superpositions locales.

I. *Calcaire grenu talqueux, Micaschiste de transition: et Gruwacke avec Anthracite.*

II. *Porphyres et Syénites de transition, recouvrant immédiatement les roches primitives, Calcaire noir et Grünstein.*

III. *Thonschiefer de transition, renfermant des Grauwackes, des Grünstein, des Calcaires noirs, des Syénites et des Porphyres.*

IV et V. *Porphyres, Syénites et Grünstein postérieurs au Thonschiefer de transition, quelquefois même au Calcaire à orthocératites.*

VI. *Euphotides de transition.*

TERRAINS SECONDAIRES.

Vues générales.

I. *Grand dépôt de Houille, Grès rouge et Porphyre secondaire* (avec Amygdaloïde, Grünstein et Calcaires intercalés).

Roche de Quartz secondaire. (Cette dernière formation est parallèle au grès houiller).

II. *Zechstein ou Calcaire alpin* (Magnesian limestone); *Gypse hydraté; Sel gemme.*

Les cinq formations suivantes, très-inégalement développées, peuvent être comprises sous le nom général de:

III. *Dépôts arénacés et Calcaires* (marneux et oolitiques), placés entre le zechstein et la craie, et liés à ces deux terrains.

Argile et Grès bigarré (Grès à oolithes; Grès de Nebra; New red sandstone et red marl) *avec Gypse et sel Gemme.*

Muschelkalk (Calcaire coquiller; Calcaire de Gœttingue).

Quadersandtein (Grès de Kœnigtein).

Calcaire du Jura (Lias, Marnes et grands dépôts oolithiques.

Grès et Sables ferrugineux, et Grès et Sables verts, Grès secondaire à lignites (Ironsand et Greensand.

TERRAINS (exclusivement) VOLCANIQUES.

Vues générales.

I. *Formations trachytiques.*

Trachytes granitoïdes et syénitiques.

Trachytes porphyriques(feldspathiques et pyroxéniques.

Phonolithes des trachites.

Trachytes semi-vitreux.

Perlites avec obsidienne.

Trachytes meulières, celluleuses avec nids silicieux.

(Conglomérats trachytiques et ponceux, avec alunites, soufre, opale et bois opalisé).

II. *Formations balsatiques.*

Basaltes avec olivine, pyroxene et un peu d'amphibole.

Phonolithes des basaltes.

Dolérites.

Mandelstein celluleux.

Argile avec grenats-pyropes. (Cette petite formation semble liée à l'argile avec lignites du terrain tertiaire sur lequel se sont souvent répandues des coulées de balsate).

Conglomérats et scories basaltiques.

III. *Laves sorties d'un cratère volcanique* (Laves anciennes, larges napes, généralement abondantes en feld-spath. Laves modernes à courans distincts

IV. *Craie.*

TERRAINS TERTIAIRES.

Vues générales.

I. *Argiles et Grès tertiaire à lignites* (Argile plastique, Molasse et Nagelfluhe d'Argovie.)

II. *Calcaire de Paris* (Calcaire grossier ou Calcaire à cérites, formation parallèle à l'argile de Londres et au Calcaire arénacé de Bognor).

III. *Calcaire siliceux, Gypse à ossemens, alternant avec des marnes* (Gypse de Montmartre).

IV. *Grès et sables supérieurs au gypse à ossemens* (Grès de Fontainebleau).

V. *Terrain lacustre avec meulières poreuses, supérieur au grès de Fontainebleau* (Calcaire à lymnées.)

et de peu de largeur. Obsidiennes des laves et Pouces obsidiennes).

IV. *Tufs des volcans avec coquilles.*

(Dépôts de calcaire compacte, de marne, d'argile avec lignites, de gypse et d'oolithes, superposés aux tufs volcaniques les plus modernes. Ces petites formations locales appartiennent peut-être aux terrains tertiaires. Plateau de Riobamba; îles de Fortaventura et Lancerote).

MÉDECINE.

NOTICE SUR LES PROPRIÉTÉS ET L'EMPLOI DU SULFATE DE QUININE DANS LES FIÈVRES INTERMITTENTES.

LES Chimistes se sont fort occupés depuis quelques années de l'analyse des corps organiques ; un des résultats les plus remarquables de leurs recherches, est que les propriétés médicinales des plantes dépendent presque constamment d'un principe actif, particulier, qui ne se trouve que dans le genre auquel ces plantes appartiennent. C'est à la *morphine* que les pavots doivent leur propriété soporifique ; c'est à la *quinine*, et à la *cinchonine*, que les différentes espèces de quina doivent les leurs ; et il en est ainsi de plusieurs autres plantes.

Les quinquina possèdent des propriétés d'une si grande utilité, qu'ils ont toujours excité l'attention des chimistes ; il seroit difficile d'énumérer les travaux, entrepris depuis Bucquet et Seguin, jusqu'à ceux dont Laubert a enrichi la science ; aussi ne sera-t-il question dans cette notice, que des importantes découvertes de MM. Pelletier et Caventou comme étant plus immédiatement du domaine de la médecine.

Seguin avoit trouvé les caractères essentiels des quina vraiment fébrifuges, dans le précipité que l'on obtient par le tanin, de leurs infusions et de leurs teintures ; mais il se trompa en attribuant ce phénomène à la présence de la gélatine dans le quinquina.

Le docteur Duncan d'Edimbourg, trouvant cette conclu-

sion incompatible avec les résultats qu'il avoit précédemment obtenus sur la composition des corps astringens, répéta, et varia les expériences de Séguin, (il ne dit point s'il les fit sur du quina gris ou jaune); il se convainquit que le précipité étoit dû, non pas à la présence de la gélatine, mais à un principe particulier, auquel il donna le nom de cinchonine. Il décrivit quelques-unes de ses propriétés : cependant il ne la reconnut point pour une base salifiable organique. Ces résultats furent communiqués à Mr. Nicolson, qui les inséra dans le cahier de décembre 1803 de son journal; c'est là que Mr. Gomès de Lisbonne dit en avoir pris connoissance. MM. Pelletier et Cavantou ont donc commis une erreur fort involontaire, en attribuant cette découverte à Mr. Gomès, et non pas au Dr. Duncan, qui y a des droits incontestables.

L'analyse de ces médicamens en étoit là, lorsque ces chimistes entreprirent de la recommencer. Ils examinèrent d'abord le quina gris, et ils obtinrent la cinchonine, à un état de grande pureté. Ils passèrent ensuite à l'examen du quina jaune; ils découvrirent, à leur grand étonnement, que cette espèce ne contenoit que quelques atômes de cinchonine, et qu'elle devoit ses propriétés à un autre principe, d'une nature particulière, auquel ils donnèrent le nom de quinine.

C'est un alkali végétal, qui forme des sels en se combinant avec les acides; c'est le principe fébrifuge par excellence, qui combat l'intermittence avec tant d'énergie et de succès. L'on conçoit toute l'importance de cette découverte.

Les propriétés des quina paroissent être en rapport avec la nature de ces alkalis, et la quantité qu'ils en contiennent; aussi le quina gris ne se donne-t-il pas dans les mêmes cas que le jaune, parce que ses principes sont différens. L'action du quina jaune est plus énergique que celle du gris, probablement parce que la quinine qu'il contient est,

à la cinchonine du quina gris, dans la proportion de 9 à 2; et le quinquina rouge que l'on a toujours reconnu comme supérieur aux deux autres, contient l'un et l'autre principe dans de beaucoup plus grandes proportions.

La cinchonine et la quinine étant fort peu solubles dans l'eau, ou se précipitant aisément lorsqu'on en ajoute à leur solution alcoholique, on a dû les combiner aux acides, afin de former des sels qui possédassent plus de solubilité que leurs bases. Entre ces sels on a choisi le sulfate, parce qu'il est suffisamment soluble même à froid, et qu'il n'est point déliquescent comme la plupart des autres.

Mr. le Dr. Double, (de Paris), chercha le premier à reconnoître les effets de ce sel en le prescrivant à six malades atteints de fièvre tierce, et double tierce, quarte, et double quarte; il eut un succès complet et presque toujours après les premières doses. Ces premières expériences furent confirmées par Mr. Chomel, médecin de l'hospice de la Charité, qui les multiplia. Il donna le sulfate de quinine dans des circonstances où il paroissoit probable, que la fièvre d'accès ne seroit pas terminée spontanément. Par exemple, dans les cas où les accès se succèdent avec assez de régularité et sans perdre de leur intensité; il évita de donner ce remède, après l'influence que peut avoir eu l'effet d'un vomitif, d'un changement de lieu, ou du régime.

Il le prescrivoit à la dose de six à huit grains à la fois. Dans quelques cas opiniâtres, il l'a donné en doses plus fortes, et répétées plusieurs fois par jour.

Ce médicament a été donné, le plus ordinairement, dissous dans une ou deux cuillerées d'eau, quelques heures avant l'accès (on peut le donner en pillules). On recommande une abstinence absolue d'alimens pendant les quatre ou cinq heures qui suivent l'administration du remède.

Après s'être assuré que ce nouveau spécifique possédoit

une propriété fébrifuge semblable à celle du quina, dans les fièvres intermittentes, il étoit du plus grand intérêt de déterminer si le succès seroit égal dans ces cas où l'on doit donner des doses très-fortes et très-rapprochées de quina, pour obtenir une médication aussi prompte qu'énergique; par exemple, dans les fièvres intermittentes pernicieuses ou carotiques.

Mr. Chomel n'avoit pas osé l'essayer dans ces fièvres, il avoit même terminé son Mémoire sur l'emploi de la quinine, en recommandant le quina en substance dans leur traitement.

Rien n'est plus effrayant qu'une fièvre dite pernicieuse ou carotique; le danger et la rapidité de sa marche sont bien propres à détourner de semblables essais, sur-tout d'après les effets sûrs et connus du quina.

Une personne dans la force de l'âge et dans la plénitude de la santé est tout-à-coup, et souvent sans cause appréciable, prise d'un fort accès de fièvre, elle perd connoissance, éprouve un violent délire, elle tombe dans un état comateux, ou apoplectique. Cet accès dure huit ou dix heures, et le malade retrouve sa santé première; un sentiment de fatigue lui rappelle seul l'accident qu'il a éprouvé. Si personne ne prend l'alarme, un accès semblable au premier, mais beaucoup plus intense, revient le second jour; il est également suivi d'une rémission complète. Enfin, si, malgré ce double avertissement, le mal est livré à lui-même, un troisième accès enlève le malade.

L'expérience la plus étendue et la plus positive, prouve que le quinquina est le remède spécifique de cette maladie insidieuse. Son emploi est cependant accompagné de graves inconvéniens; il faut le donner à hautes doses, toujours très-rapprochées, très-volumineuses, que le trouble de toute l'économie, et que les fonctions de l'estomac gravement lezées,

empêchent souvent de supporter; les vomissemens, la diarrhée s'en suivent, et le remède perd son efficacité.

On évite la plupart de ces inconvéniens par cette nouvelle substance, qui, sous un très-petit volume, exerce toute l'action salutaire du quina, donné soit en poudre, soit en extrait. Sous ce rapport elle est d'un emploi aussi sûr que facile chez les enfans.

Mr. Magendie essaya le premier ce nouveau médicament dans cette maladie, avec un succès complet. (Journal de physiologie, premier volume). Une dame, âgée de quarante ans fut prise tout-à-coup d'un accès fébrile, avec perte de connoissance, et délire très-fort. L'accès dura six heures, au bout desquelles la malade recouvra sa santé première. Mr. Magendie, consulté le lendemain, reconnut un premier accès de fièvre intermittente pernicieuse. Six grains de sulfate de quinine pris en trois doses, dans l'intervalle du second au troisième accès, guérirent la fièvre. La santé de la malade n'a point éprouvé depuis ce moment la plus légère atteinte.

Mr. Pietro Marianini (1) a, d'ici confirmé ces heureux résultats du traitement des fièvres intermittentes par le sulfate de quinine.

Les essais de Mr. Chomel avoient été faits dans un esprit sévère d'expérience, qui ne compromettoit nullement la constitution des malades, parce que le caractère de leurs fièvres, qu'il avoit choisie avec prudence, permettoit qu'on les traitât avec le sulfate de quinine seul, comme on l'eut fait avec le quinquina, sans le secours préalable d'aucun autre remède; mais, ces cas qui admettent un pareil traitement sont assez rares.

Mr. Marianini a examiné l'usage de ce médicament d'une manière plus etendue encore, et en suivant les règles géné-

(1) *Memoria di alcune indagini intorno all'uso ed all' efficacia del solfate di chinina.* (Mortara, 1822.)

ralement admises dans l'administration du quinquina. Toutes ses observations se rapportent à des maladies traitées par ce nouveau sel. Elles ont lieu sur des fièvres intermittentes quartes ; sur une fièvre intermittente compliquée de catharre, sur une fièvre pernicieuse soporeuse, de la nature de celle que nous avons indiqué ; sur une fièvre quotidienne, sur une fièvre tierce, sur une dissenterie chronique et deux sur des névralgies faciales, ou tic douloureux, assez irrégulières. Indépendamment de ces observations il en cite d'autres, qui sont toutes des rechûtes d'individus attaqués de fièvre quarte ; un de ces malades éprouva quatre de ces rechûtes ; un autre trois, deux autres deux, et trois en eurent une. Elles eurent toutes lieu par des causes excitantes très-évidentes, telles qu'un abus de la danse, des veilles prolongées, des hémorragies ; elles cédèrent avec beaucoup de facilité à l'action de ce sel.

Mr. Callaud pharmacien à Annecy en Savoie, a découvert dans ce sel une propriété aussi jolie que singulière. Lorsqu'on l'échauffe à une douce chaleur, et qu'on le porte dans un lieu obscur il devient lumineux ; sa phosphorescence est d'autant plus vive, et elle dure d'autant plus long-temps, que le sulfate est plus blanc et plus sec. Mr. Callaud pense que cette expérience peut servir à déterminer le degré de pureté du sulfate de quinine ; mais, comme Mr. Pelletier a constaté que celui de cinchonine possède également cette propriété, et qu'il est d'ailleurs probable qu'elle appartient au plus grand nombre des sulfates qui ont pour base un alkali végétal, l'on sent qu'elle ne peut plus remplir ce but.

Nous terminerons cet article en rappelant que le formulaire dernièrement publié par Mr. Magendie, contient plusieurs préparations dans lesquelles le sulfate de quinine entre comme élément principal ; elles sont également recommandables par leur élégance, leur simplicité et le nom du célebre physio-

logiste qui les a composées. Comme cet ouvrage est entre les mains de tous les médecins, nous nous bornerons à le signaler à ceux de nos lecteurs qui sont étrangers à la pratique de la médecine.

COINDET, M. D.

ARTS INDUSTRIELS.

MÉMOIRE SUR LES PROCÉDÉS LES PLUS CONVENABLES POUR remplacer le cuivre par le bronze dans la fabrication des médailles; par A. de PUYMAURIN, Directeur-adjoint de la Monnaie Royale des médailles. — Paris 1823.

(*Extrait*).

L'APOLOGUE si connu, des *membres et de l'estomac* est éminemment applicable aux rapports qui existent entre les arts dits libéraux, et ceux qu'on appelle mécaniques, industriels. Les premiers, fiers de leur titre, et de la sphère relevée et brillante dans laquelle ils s'exercent, oublient souvent, si toutefois ils ne les méprisent pas, ces arts mécaniques, sans le secours nécessaire desquels les plus beaux génies ne pourroient rien produire de réel et de durable. Que seroit la gloire du poëte, sans le véhicule que lui procure l'imprimeur? Que feroient, le peintre, sans le chimiste qui prépare ses couleurs; le musicien, sans le facteur d'instrumens; le danseur, sans l'humble cordonnier? Que feroient le statuaire, le graveur, sans l'artisan qui forge et trempe le ciseau et le burin sous lesquels ces artistes font respirer le marbre et donnent aux métaux de si belles formes?

La numismatique, qui aspire à braver les siècles, se trouve

peut-être plus qu'aucun des beaux-arts dans la dépendance, et sous l'influence combinée d'une série de procédés mécaniques. En vain un graveur habile aura-t-il consacré son temps, son talent, et son génie à l'exécution du coin d'une belle médaille ; si la qualité, la manipulation, ou la trempe de ce coin sont vicieuses, au premier coup de balancier il vole en éclats ; ou bien, par un défaut contraire, il cède à la résistance du métal à frapper, les arêtes s'émoussent, et l'impression s'affadit ou s'efface. Le balancier lui-même exige une réunion de puissance et de précision difficile à obtenir d'un mécanisme plus ou moins compliqué. C'est au milieu de ces obstacles (que nous sommes loin d'avoir tous énumérés) que s'exerce l'art de frapper les monnoies et les médailles ; art qui se trouve, dans l'état actuel de la civilisation, associé à la politique, à l'histoire, et à la haute littérature ; aussi les Gouvernemens ont-ils soin de choisir pour diriger les établissemens destinés à cet objet, des hommes qui réunissent les connoissances et les qualités propres à la fonction importante qui leur est confiée. Tel a été le motif du choix fait par celui de France, de Mr. de Puymaurin père, pour Directeur, et de Mr. son fils comme adjoint dans l'établissement renommé de la *Monnaie des médailles*, institution dont l'origine remonte au règne de Henri II, et dont les détails et les produits sont l'un des objets les plus dignes de la curiosité des étrangers qui visitent la capitale de la France.

Dès son entrée en fonction, Mr. de P. fils s'est occupé avec l'activité la plus soutenue, de recherches chimiques et mécaniques tendantes à introduire dans la fabrication des médailles un perfectionnement essentiel, et on peut dire, radical. Son travail a été couronné du succès le plus encourageant ; il en a consigné les résultats dans un Mémoire lû à l'Académie des sciences au mois de décembre dernier, et dont les aca-

démiciens nommés pour l'examen (1) ont rendu un compte très-favorable. Le Rapport, et le Mémoire dont il est l'objet, viennent d'être publiés; nous y puisons les détails qui vont suivre.

« Depuis le renouvellement des arts (disent les auteurs du Rapport) on a frappé des médailles de cuivre. La facilité avec laquelle ce métal se détruit par l'oxidation l'empêche de faire passer aux siècles reculés le souvenir des faits et des traits des personnages dont on veut éterniser la mémoire. Les anciens avoient su assurer à celles de leurs monnoies, qui n'étoient ni d'or ni d'argent, une durée sans bornes, en associant de l'étain au cuivre. Cet alliage, appelé *bronze*, s'oxide à la vérité de même que le cuivre; mais il s'oxide plus difficilement, et son oxide, désigné par les numismates sous le nom de *patine*, loin de le détruire contribue à sa conservation.» . . « Si les anciens avoient fait leurs médailles en cuivre, il n'en resteroit pas une seule. »

Les anciens choisirent donc dans le bronze l'alliage le plus avantageux pour la conservation de leurs médailles; et ne connoissant pas le balancier; n'ayant que le marteau, pour frapper, la matière employée étant d'ailleurs moins malléable que le cuivre, ils imaginèrent de préparer les saillies ou le relief de la médaille en la jettant d'abord au moule, et de l'achever ensuite par la percussion du marteau sur le coin.

Il y a plus de trente ans que Mr. Mongez, (de l'Acad. des inscriptions) avoit invité ses contemporains à se servir du bronze pour les médailles; son vœu à cet égard a été rempli par Mr. de Puymaurin fils; son Mémoire indique les moyens de fabriquer des médailles de bronze, en les moulant d'abord, puis en les frappant avec le balancier, dont cinq à six coups suffisent pour le bronze ainsi préparé, tandis

(1) MM. le Comte *Chaptal*, *Mongez*, et *Molard*.

qu'il en faut trente-six à quarante pour le cuivre. Nous avons vu douze de ces médailles frappées en bronze par son procédé, (et quelques-unes d'un grand module, avec un relief considérable), dont l'exécution ne laissoit absolument rien à désirer (1). Ces médailles retracent les principaux événemens du règne de Louis XVIII. L'Académie s'est prononcée, par l'organe de ses Commissaires, pour l'approbation et l'introduction de ce procédé qu'on peut appeler nouveau, quoique pratiqué en partie par les anciens.

L'avantage du bronze dans la numismatique est incontestable : sa valeur intrinsèque est modique ; sa dureté peut être graduellement augmentée ; et l'expérience prouve que sa durée est pour ainsi dire sans bornes ; on découvre tous les jours des médailles dont la date certaine fait remonter la fabrication aux siècles les plus reculés ; les unes sont en parfaite conservation ; d'autres plus ou moins altérées selon la nature des terres qui les recèlent, sont encore très-reconnoissables.

Le cuivre n'a d'avantage sur le bronze que sa plus grande malléabilité, qui est un défaut sous le rapport de la durée des impressions. On peut donner au cuivre l'apparence du bronze, par une opération chimique ; mais on ne lui donne pas les autres qualités qui distinguent cet alliage.

Les analyses du bronze des anciens ont appris que les proportions de l'alliage qui le constituent varioient, depuis cinq, jusqu'à douze pour cent d'étain. L'auteur du Mémoire a fait beaucoup d'expériences sur les propriétés physiques du bronze, à des titres différens ; il ne cite que les résultats qui ont rapport aux procédés de fabrication des médailles avec cet alliage.

---

(1) Les amateurs peuvent les voir au Musée de Genève, dont elles ornent la collection.

Ses premiers essais ont eu lieu d'après les idées et les expériences antérieures de Mr. Mongez, pour frapper le bronze à chaud, et employer à cet effet des coins préparatoires, de bronze aussi, et entourés d'une virole de fer. La durée de ces coins étoit variable; les uns ont préparé jusqu'à huit cents flaons, de dix-huit lig.; d'autres n'ont pu en faire que trente à quarante (1). L'alliage le plus convenable pour ces coins préparatoires a paru être de vingt-deux à vingt-six pour cent d'étain sur soixante dix-huit et soixante quatorze de cuivre; au-dessus de vingt-sept pour cent le bronze devient trop aigre pour ce genre d'emploi.

Après avoir appliqué avec avantage la fabrication préparatoire à estamper des flaons de cuivre, l'auteur fit des expériences analogues sur le bronze. Celui-ci se forge difficilement à froid; mais en le frappant à chaud, (couleur moyenne entre le rouge blanc et le rouge brun), il obtenoit sur le bronze des effets aussi parfaits que sur le cuivre estampé au rouge blanc. Les flaons, ainsi préparés, par la percussion d'un mouton, furent soumis au balancier, qui procura quelques médailles sonores et sans défauts.

Mais ce genre de procédé préparatoire avoit plusieurs inconvéniens, que l'auteur expose, et qui l'engagèrent à en chercher un autre qui, en procurant le même avantage d'un relief déjà obtenu sur le flaon à frapper définitivement, ne présentât pas les difficultés d'exécution qu'on rencontroit dans le premier. Il eut recours au *moulage*, qui disposoit aussi d'avance les masses saillantes, ensorte que le coin n'avoit plus ensuite qu'à faire ressortir les détails déjà ébauchés, et qu'on obvioit ainsi à la moindre malléabilité du bronze

(1) Cette différence dans la durée des coins est bien plus sensible dans ceux d'acier. Des coins faits avec la même barre, forgés par le même ouvrier, trempés en même temps, ont fabriqué, l'un 14000 médailles, un autre 3, un troisième 1, et un quatrième 22000, etc. (A)

comparé au cuivre. MM. Chaudet et Jeuffroy l'avoient précédé dans des essais analoges (*Ann. de Chim.* 1817, vol. VI) et les résultats qu'ils avoient obtenus donnèrent à Mr. de P. l'espérance de réussir dans la fabrication finale des médailles de bronze d'après un moulage préalable.

Cette opération diffère peu dans ses procédés de ceux du moulage ordinaire ; on employe le même sable, et les chassis sont de la même forme ; on leur donne une dimension moyenne et aussi peu d'épaisseur que peut le comporter la tenacité du sable. On doit éviter de trop le tasser, et il est bon que celui des couches extérieures soit d'un grain plus grossier, pour rendre plus facile le dégagement des gaz et des vapeurs. L'auteur a essayé avec le même succès, trois poussifs (matière sableuse) des os calcinés; des poussifs ordinaires des fondeurs. La première de ces matières pulvérulentes a l'avantage d'être composée d'une substance entièrement soluble dans l'acide hydrochlorique, et de faciliter ainsi le nettoyage des médailles. C'est le poussif le plus convenable pour le moulage des bronzes d'un titre peu élevé ; mais à mesure qu'on augmente l'étain, le sable adhère moins aux médailles ; et dès que le bronze est composé de six ou sept parties d'étain un léger coup de grattebrosse suffit pour les nettoyer.

La composition de la fonte pour les objets d'ornement, petites figures, etc. diffère de celle destinée aux médailles, il faut que celle-ci coule assez facilement pour bien prendre les empreintes, et que le bronze qu'elle donnera soit d'une part assez malléable pour que la fabrication n'altère pas les coins, et d'autre part assez dur pour que la médaille résiste bien aux frottemens.

L'auteur entre dans de grands détails sur la forme et la disposition du jet, ou canal par lequel la fonte s'introduit dans le moule, et sur les conduits qui donnent issue à l'air que le bronze chasse en coulant.

La disposition des modèles est un objet important. Il semble que le *fini* de ce modèle soit une condition nécessaire pour la parfaite réussite des fontes. Mais une grande difficulté s'oppose ici à la perfection, c'est le *retrait* de la fonte. Le modèle étoit une médaille finie, qui a laissé dans le moule une empreinte qu'on remplit ensuite par la fonte, laquelle éprouve en se refroidissant une retraite sensible ; ensorte que la médaille coulée est un peu plus petite que e modèle, et cependant doit être frappée ensuite avec le même coin qui a frappé ce modèle. Cette différence augmente en raison du diamètre de la médaille ; et, quelque soit son module, il ne peut jamais y avoir identité parfaite dans les détails du coin et de la médaille, qui sort dégrossie de la fonte, et que le coin doit terminer. La pression du balancier fait ressortir le défaut d'identité, et les médailles offrent le double contour du moule et des coins ; il n'y a de réellement identique que le point central.

C'est à l'effet de ce retrait qu'on doit attribuer l'impossibilité prétendue, de pousser au-delà de quatre pour cent la proportion de l'étain, parce qu'à ce titre, le métal est encore assez malléable pour que l'effet de la pression du balancier, répétée plusieurs fois, puisse effacer le double contour.

Il reste une ressource au fondeur pour compenser ce retrait ; c'est d'augmenter le volume des modèles d'une manière quelconque, ensorte que l'augmentation de volume soit calculée en raison de la disposition du sujet. Alors, les modèles seront plus grands que les coins qui ont servi à les frapper, et les médailles, perdant par le retrait cette augmentation factice, se trouvent identiques avec les coins lorsqu'il est question de les finir au balancier,

Il ne faut point chercher à obtenir à la fonte le fini de la médaille. Il suffit que les masses saillantes soient à leur

place, et que les coins trouvent partout la quantité de matière convenable. Aucun contour ne doit être arrêté, et le sujet entier offre à l'œil une masse imparfaite que les coins perfectionneront; et les sujets n'auront d'autres contours que ceux que leur donnera le balancier.

Le célèbre graveur, Mr. Jeuffroy, a le premier imaginé (dans une circonstance d'urgence) de compenser le retrait futur, en appliquant sur la médaille qui doit former le moule une feuille de plomb laminé, qu'il fit adhérer au sujet en la frottant fortement. L'auteur, trouvant ce procédé trop compliqué pour être à la portée des ouvriers, et insuffisant quand les reliefs donnent à la médaille des épaisseurs très-différentes dans ses diverses parties, chercha d'autres moyens. Il essaya d'abord quelques couches de vernis ; mais, il se détachoit et se ramollissoit; il essaya du papier, dont on pouvoit faire varier l'épaisseur suivant le module et le relief de la médaille ; il fit ensuite étamer les modèles, et le résultat fut des plus heureux; les modèles n'éprouvoient plus d'altération au moulage; et la couche d'étamage suffisoit pour compenser le retrait, pourvu que de très-grands reliefs ne fussent pas opposés les uns aux autres. Pour trouver une garniture qui convînt à tous les cas, l'auteur revint avec succès au papier: on le met d'abord entre le coin et la médaille destinée à devenir médaille-modèle; on fait presser doucement le balancier qui estampe ainsi le sujet de la médaille sur ce papier, tous ses contours sont découpés par les vives arêtes du coin; on détache le papier de la médaille, et on l'y replace avec de la cire après l'étamage. A cet effet on chauffe la médaille sur une feuille de tôle, jusques à 100, ou 120 degrés ; on étend avec un pinceau une couche légère de cire fondue sur la partie où l'on veut appliquer le papier, qui s'y ajuste aisément ayant déjà pris sous le balancier les formes de la médaille; on le fait adhérer partout en le pressant avec un

linge mouillé; et on peut, par l'emploi de différentes quantités de papier augmenter à volonté l'épaisseur du modèle dans les points où il doit éprouver un retrait plus considérable.

A ces recherches mécaniques, l'auteur en joint de fort intéressantes sur les alliages. Il a trouvé en premier lieu que, lorsqu'on a des métaux à réunir par la fusion il faut fondre d'abord le métal le moins fusible et le moins volatil, et lui ajouter ensuite l'autre; et qu'il est bon de refondre une fois l'alliage avant que de le verser dans les moules.

Les expériences ont eu lieu sur des titres différens, dont les limites ont été, cinq parties d'étain sur quatre-vingt-quinze de cuivre; et dix-huit parties du premier sur quatre-vingt-deux du second. Dans une de ces compositions, le bronze est fort malléable, mais poreux; dans l'autre il est trop dur; c'est entre ces extrêmes que se trouvent les alliages convenables. La densité des alliages augmente constamment, depuis celui de un pour cent d'étain jusqu'à celui de vingt pour cent. La différence de ces deux limites est à-peu-près $\frac{1}{17}$ de leur densité moyenne.

Le titre que l'auteur regarde comme le plus propre aux médailles est de sept à onze pour cent; il est sonore, dense; son grain est soyeux, serré; sa couleur agréable à l'œil; il est, d'une part, assez malléable pour recevoir l'empreinte des coins, et assez dur pour résister au frottement; enfin, une pression ordinaire du balancier suffit à la fabrication. Cet alliage est celui que les anciens ont le plus généralement employé, et celui qui, de nos jours, reçoit le plus d'application dans les arts.

Quelques centièmes de zinc, ajoutées au mélanges, ne changent pas sensiblement ses propriétés; et elles facilitent le bronzage. En général, l'état de pureté des métaux, n'est pas une condition essentielle. Cette circonstance met la fabrication à la portée de tous les fondeurs ordinaires.

Cependant, la fonte proprement dite, exige beaucoup de précautions, et ne peut avoir lieu qu'au creuset, et sur de petites quantités. L'état physique du bronze dépend entièrement de cette opération, elle influe sur toutes celles qui lui succèdent. Son résultat dépend du degré de chaleur employé, et du temps pendant lequel cet alliage y est exposé; conditions qui se rattachent à la construction des fourneaux, et à la manière de s'en servir.

On peut en employer deux variétés; celui à courant d'air, (dit à vent) et celui à soufflet. Le premier s'employe avec succès à fondre les métaux précieux; il diminue la main-d'œuvre, et donne une température assez constante (1); on peut activer ou diminuer le tirage au moyen de *registres* convenablement disposés; mais l'action de ces fourneaux n'est pas toujours assez prompte pour que le métal puisse s'y fondre et l'alliage s'y mêler, sans avoir le temps d'y éprouver une oxidation partielle, qui en altère les proportions; la couche d'oxide demeure mêlée avec la fonte dans le coulage, et conserve une influence fâcheuse dans la suite des procédés, blanchiment, etc. Ainsi le fourneau à soufflet, qui procure plus promptement une chaleur intense, est le plus convenable. Le creuset doit être entouré d'une quantité de charbon suffisante, et assez grand pour éviter de le charger à plusieurs reprises : une fonte de quatre à cinq kilogrames, ne doit durer que douze à quinze minutes.

Les moules doivent être chauffés avant le coulage, à une température moyenne, que l'usage apprend à distinguer. Si elle est trop basse, la fonte est pâteuse et coule mal; trop haute, elle fait entrer en fusion les oxides formés. Quant à la température de la fonte, on en juge à l'œil. A la cha-

(1) Cependant tous les manipulateurs ont remarqué que ces fourneaux *tirent* plus ou moins et donnent une chaleur plus ou moins grande selon l'état de l'atmosphère et le vent qui règne. (R)

leur convenable, le bain est d'un blanc terne; une couche d'oxide, assez unie, couvre la surface, et, au travers de quelques gerçures, on aperçoit le métal d'un blanc assez éclatant. Si la chaleur est trop foible, la couche d'oxide est mamelonnée et de couleur terne; si elle est trop élevée, l'oxide entre en fusion, et le bain est d'un blanc éclatant.

A peine le bronze a-t-il rempli les moules, qu'on se hâte de les ouvrir pour en retirer les médailles et les plonger dans l'eau; cette trempe augmente leur malléabilité (1). et évite un premier recuit. On les nétoye avec une gratte-bosse, et on les détache du jet avec une scie, pour ne pas risquer d'endommager les bordures. On sépare les pièces qui ont quelque défaut, pour éviter un travail du balancier qui seroit inutile.

Quant à l'acte du monnoyage, le monnoyeur doit mettre beaucoup d'attention à placer entre les coins les pièces moulées, ensorte que leurs saillies répondent bien aux creux du coin. Ces pièces ne rengrènent d'abord qu'imparfaitement, mais dès la première pression, les coins prennent leur assiette, et le rengrenage n'offre plus de difficultés. Cette première pression doit terminer à peu-près la médaille; et les suivantes n'ont lieu que pour faire disparoître les petits défauts qui pourroient encore exister. Les médailles ne reçoivent, en général, que de deux à quatre pressions, dont chacune se compose de plusieurs coups de balancier; elle est suivie d'un *recuit*, et de la trempe, pour détruire l'écrouissage, ou le rapprochement des molécules qu'avoit produit l'action du balancier.

---

(1) Fait bien singulier, puisque cette même trempe produit sur l'acier l'effet directement contraire. (R)

Pour recuire les médailles de bronze on les chauffe au rouge obscur, et on laisse refroidir un peu à l'air les pièces d'un grand module, avant de les tremper. Après les avoir plongées dans l'eau froide, on les fait bouillir dans de l'eau acidulée, pour détruire les oxides qui se transforment en sulfates.

On peut aisément présumer que la facilité de recevoir l'empreinte diminue en raison de la densité acquise par le métal; ainsi, on pourra donner, d'une manière utile, de trois à quatre coups de balancier sur l'alliage sortant du moule; tandis que, dès le deuxième recuit, le second coup de balancier produit peu d'effet, et le troisième devient inutile.

A l'occasion de la fabrication des médailles de bronze, l'auteur donne quelques détails intéressans sur celle des médailles frappées avec des métaux précieux, ou purs. En voici l'extrait.

L'or se frappe au titre de	915 millièmes.
L'argent	950
Le platine	pur.
Le cuivre	rafiné.

Les médailles ordinaires exigent un nombre de coups proportionné à leur relief. Voici les quantités moyennes :

Les médail. de 18 l. exigent	5 à 6 rec. et	10 à 14 coups.
22	8 à 9	16 à 20
25	12 à 16	26 à 40
32 et au-dessus	30 à 40	90 à 120

Le monnoyage du cuivre et celui du bronze diffèrent essentiellement en ce point, que dans l'un, le nombre des pressions doit être proportionné à la surface, et dans l'autre, au volume des molécules à déplacer; ainsi une médaille sur laquelle il n'y aura que des inscriptions, ou des détails peu saillans exigera peut-être moins de coups de balancier quand on la frappera en cuivre que si elle avoit été fondue;

tandis qu'une médaille de très-grand relief pourra être terminée en trois ou quatre pressions, lorsqu'elle aura été moulée en bronze ; et qu'elle en auroit exigé de soixante à cent sur un flaon en cuivre. Il y a encore une différence bien essentielle à l'avantage du bronze, c'est qu'il fatigue infiniment moins les coins et les expose moins à la rupture que ne le fait le cuivre. L'auteur a frappé des bronzes très-durs (à dix-sept pour cent), et aucun coin n'en a souffert. Il cite à cet égard une anecdote frappante. Il avoit été chargé par S. A. R. Madame la Duchesse de Berri, de fabriquer mille médailles de vingt-deux lignes en bronze, (à dix pour cent). Le coin se gerça en frappant les médailles de cuivre destinées à servir de modèles au moulage ; l'urgence de la circonstance ne permettoit pas d'en graver un autre, on essaya de se servir du coin gercé, et les mille médailles en bronze furent frappées sans que la gerçure s'agrandit, ni que le coin parut en souffrir.

On donne aux médailles frappées en cuivre l'apparence matte et la couleur du bronze, à s'y tromper, par un procédé chimique dont l'effet est de remplacer l'éclat métallique par une couche d'oxide uniformément répandue.

On fait bouillir les médailles de cuivre qu'on veut bronzer, dans un mélange d'hydro-chlorate d'ammoniaque (sel ammoniac) et d'acétate de cuivre (vert de gris). La surface s'oxide ; et l'intensité de l'effet est proportionné à la couche formée, qui dépend elle-même de la durée de l'ébullition. La différence des proportions de l'alliage en entraîne une dans la teinte, qui varie en raison de la quantité d'étain. On peut y remédier en ajoutant un peu de zinc à l'alliage et en frottant ces médailles avec du sable mêlé avec du sulfate de cuivre. Une légère couche de ce métal s'attache à la surface, et facilite le bronzage.

Il resulte de ces recherches intéressantes de l'auteur et

de ses nombreux essais, (car les expériences ont été faites sur plus de six quintaux de bronze, à divers titres), qu'on peut fabriquer des médailles de bronze par deux moyens; c'est-à-dire en les frappant à chaud, ou en les coulant préalablement dans un moule. Il considère le moulage préalable comme le plus avantageux des deux procédés, parce qu'il permet de varier davantage les titres, et que le nombre des pièces de rebut est moins considérable. Enfin, il se persuade que quelques parties de l'étude des métaux semblent exiger de nouvelles recherches; et que leur dureté par exemple, n'est encore déterminée que d'une manière vague, sur-tout celles des alliages. Il annonce l'intention de s'occuper conjointement avec un ami (Mr. Francfort), de cette recherche particulière, et il espère pouvoir publier dans quelque temps un grand nombre d'expériences sur les moyens de juger comparativement la dureté des métaux, et une table de leurs duretés relatives. Les arts mécaniques lui auront une vraie obligation, s'il parvient à remplir une lacune qu'on a souvent l'occasion de remarquer, et dont l'existence nuit à leurs progrès.

TABLE DES ARTICLES

DU

VINGT-DEUXIÈME VOLUME,

de la division, intitulée : SCIENCES ET ARTS.

EXTRAITS.

TABLE des articles contenus dans les Vol. XIX, XX et XXI de la partie intitulée *Sciences et Arts* qui ont paru en 1822 Page... 1

MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES.

Applications de géométrie et de mécanique à la marine, aux ponts et chaussées, par Ch. Dupin........................157

ASTRONOMIE.

Apparition et observations de la comète d'Encke...........173

PHYSIQUE GÉNÉRALE.

Fragmens de lettres de divers savans contemporains de Newton, etc. 245

De la lumière. Par Mr. A. Fresnel........................ 3

Notice sur quelques expériences électriques faites avec le gâteau d'un électrophore, par Mr. Eynard, D. M.............. 18

Quelques observations sur les principales objections de Newton contre le système des vibrations lumineuses, par Mr. A. Fresnel 73

De quelques expériences sur le dégagement du calorique par le frottement. Par le Chev. J. Morosi (*avec fig.*)........... 91

Mémoire sur l'influence de la pression atmosphérique sur les boules des thermomètres, etc. par MM. A. De La Rive et Marcet...265

ÉLECTRO-DYNAMIQUE.

Notice de deux Mémoires lus à l'Académie des sciences le 3 février 1823 par MM. Savary et de Montferrand.........259

TOPOGRAPHIE.

Mémoire sur le figuré du terrain dans les cartes topographiques, par le général H.................................178

MÉTÉOROLOGIE.

Notice sur uue chute de gresil et de neige fortement électriques, etc. par le Prof. Lampadius............................ 22
Remarques sur la neige électrique observée per Mr. Lampadius. 24
Suite des observations météor. faites à Joyeuse en 1822, par Mr. Tardy de la Brossy.......... 100
Notice sur un abaissement rapide et extrême du Baromètre observée à Genève et en d'autres lieux, le 2 février dernier.... 108
Observ. météorol. dans les époques mémorables de la fin de l'année 1821 et février 1822, par Mr. Gilbert............. 194
Lettre de Mr. Meyer de St. Gall au Prof. Pictet, etc........ 197
Lettre de Mr. Tardy de la Brossy sur les oscillations du barom. 199
Suite des observations qui tendent à montrer l'étendue et la simultanéité des grandes variations de la pression atmosphérique à des distances horizontales très-considérables....... 282
Tableaux météorologiques de Genève et du St. Bernard.
de Janvier, après la page.. 72
de Février, après la page.. 156
de Mars, après la page... 245
d'Avril, après la page.... 328

CHIMIE.

Expériences sur la préparation du potassium et du sodium, par Mr. Brunner.. 36
Solubilité des terres par le sucre........................ 204
Notice sur le muriate d'or comme réactif de l'oxidule de fer... 206

GÉOGNOSIE.

Essai géognostique sur le gisement des roches dans les deux hémisphères, par Alexandre de Humboldt (*prem. extr.*).... 207
Idem (*second extr.*)·.................................. 291

PHYSIOLOGIE-VÉGÉTALE.

Expériences physico-électro-chimiques, etc. par le Prof. Dobereiner 121

ARTS INDUSTRIELS.

Considérations sur les ponts en fil de fer, etc. par Mr. Dufour, Lieut.-Col. du génie 51

ARTS MÉCANIQUES.

Expériences sur la tenacité du fil de fer, éprouvées dans des températures très-différentes, par Mr. Dufour, Lieut.-Colon. du génie 220

MÉDECINE.

Dissertation qui a emporté le prix de la fondation de Boylton, etc. par Mr. E. Hale, M. D 126
Notice sur les propriétés et l'emploi du sulfate de quinine dans les fièvres intermittentes 304

MÉLANGES.

Rapport fait à la Société Helvétique des Sciences Naturelles sur les travaux au glacier du Val de Bagnes, par Mr. Ignace Venetz, Ingénieur 58
Extrait d'une lettre de Gênes sur la trombe de pluie tombée le 25 octobre 1822 67
Rapport à Mr. le Maître des Requêtes, Préfet du département des Vosges, sur la chûte d'un aërolithe 68
Sur les cendres tombées à Naples à la suite de la dernière éruption du Vésuve 138
Machines à vapeur de dimensions extraordinaires 139
Sur un gros morceau d'ambre trouvé dans l'île de la Nouvelle-Providence 141
Notice sur un navire enfoncé par le choc d'une baleine, près de la côte des Patagons 223

CORRESPONDANCE.

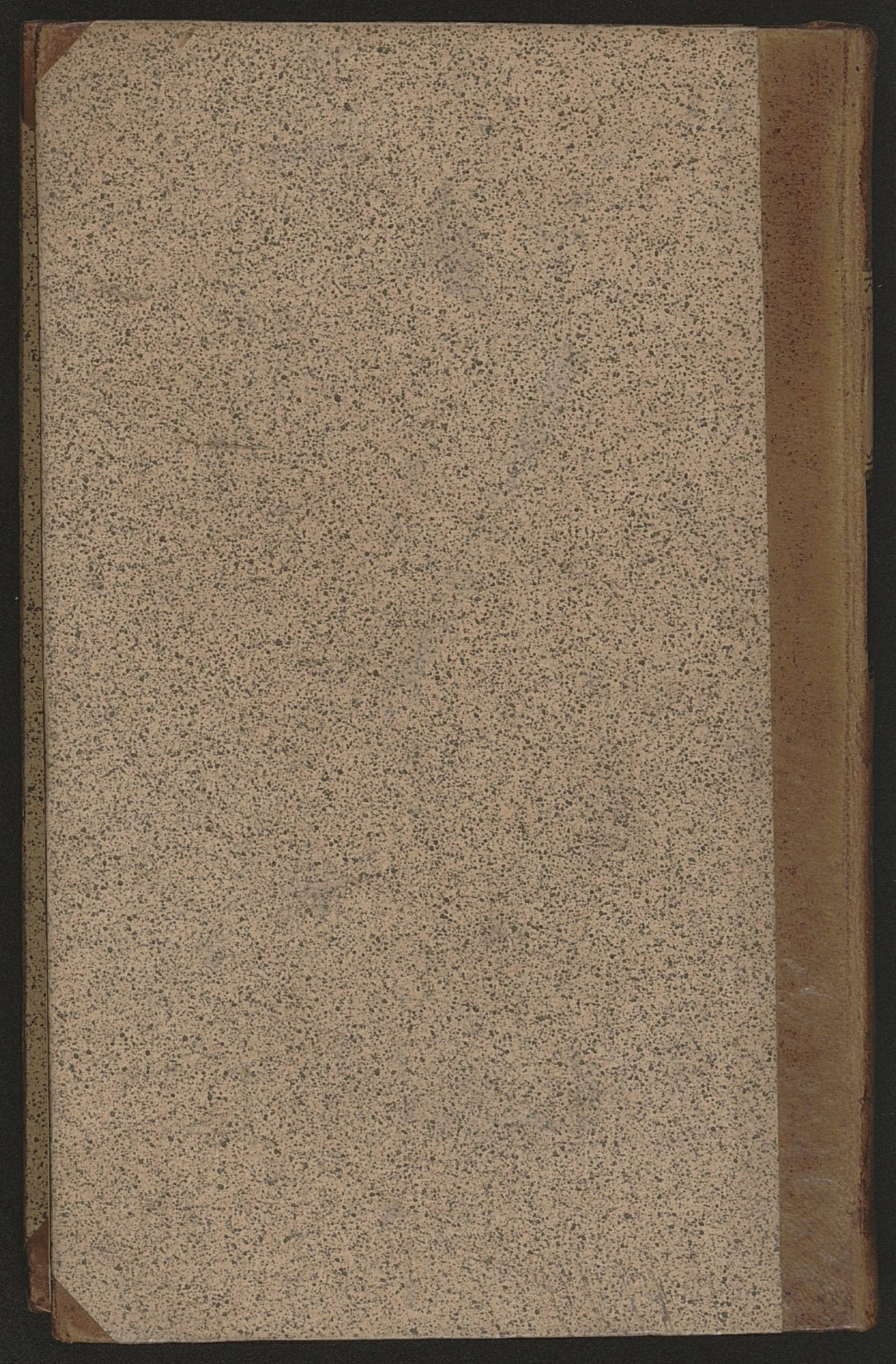
Lettre de Mr. Tardy de la Brossy sur l'abaissement du Barom. qui à eu lieu le 2 février 142

Extrait d'une lettre de Gênes sur l'abaissement du baromètre.. 146

NÉCROLOGIE.

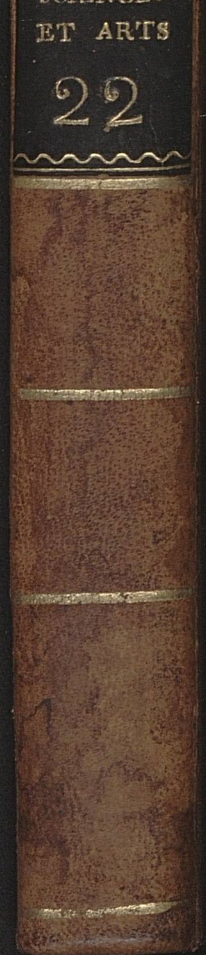
Notice sur Mr. le Comte Berthollet........................ 147
Notice biographique sur Mr. Escher de la Linth............ 225
Errata.. 155

Fin de la Table du vingt-deuxième volume de la partie intitulée ;
SCIENCES ET ARTS.



BIBLIOTHÈQU
UNIVERSELLE
1823

SCIENCES
ET ARTS
22





inches | centimeters

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 (A)	12	13	14	15
L*	39.12	65.43	49.87	44.26	55.56	70.82	63.51	39.92	52.24	97.06	92.02	87.34	82.14	72.06	62.15
a*	13.24	18.11	-4.34	-13.80	9.82	-33.43	34.26	11.81	48.55	-0.40	-0.60	-0.75	-1.06	-1.19	-1.07
b*	15.07	18.72	-22.29	22.85	-24.49	-0.35	59.60	-46.07	18.51	1.13	0.23	0.21	0.43	0.28	0.19
Density										0.04	0.09	0.15	0.22	0.36	0.51

D50 Illuminant, 2 degree observer

Density ⟶

Golden Thread

	16 (M)	17	18 (B)	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	49.25	38.62	28.86	16.19	8.29	3.44	31.41	72.46	72.95	29.37	54.91	43.96	82.74	52.79	50.87	L*
	-0.16	-0.18	0.54	-0.05	-0.81	-0.23	20.98	-24.45	16.83	13.06	-38.91	52.00	3.45	50.88	-27.17	a*
	0.01	-0.04	0.60	0.73	0.19	0.49	-19.43	55.93	68.80	-49.49	30.77	30.01	81.29	-12.72	-29.46	b*
Density	0.75	0.98	1.24	1.67	2.04	2.42										

Colors by Munsell Color Services Lab

Don Williams